www.radio.ru

7•2015

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ



- Электроакустическая обратная связь в активных АС
- Сверлильный станок с лазерным указателем
- Измеритель ёмкости аккумуляторных батарей
- Бесконтактное зарядное устройство

...и ещё 12 конструкций

7
2015

ISSN-0033-765X

Мемориал "Победа-70" в Музее Героев

Юрий КРОПОТОВ, г. Москва

(см. статью на с. 57)





Сергей Родченков (RD3B) разгребает эфирный пайл-ап, а за его работой наблюдают (слева-направо) Дмитрий Гурьянов (RA3ATX), ветераны Вооружённых сил РФ капитан 1-го ранга запаса В. Варламкин (RX3AMW), майор запаса С. Сушко (RZ5D), контр-адмирал запаса Б. Колодкин, капитан 1-го ранга запаса Ю. Кропотов и сын Дмитрия Гурьянова.

Гвардии подполковник запаса С. Смирнов и А. Астапов (первый вице-президент Фонда Героев Советского Союза и Героев России им. генерала В. Н. Кочешкова) вручают памятный вымпел полковнику запаса Б. Таранченко (RN3BX).



Участники встречи в московском Музее Героев — молодёжь и ветераны.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ПАЯЛЬНЫЕ СТАНЦИИ





Монтажные паяльные станции

доступная цена

- Мощность до 60 Вт
- Антистатическое исполнение
- Темп. нагрева (регулируемая) до 500 °С
- Низковольтный паяльник
- Компактные размеры



Индукционные паяльные станции

сверхбыстрый нагрев

- Мощность до 180 Вт
- Возможность применения прибессвинцовой технологии пайки
- Темп. нагрева (регулируемая) до 600 °С
- «Интеллектуальный» способ пайки (ATP-1121/1122)
- Режим блокировки температуры
- Точное поддержание температуры пайки



Многофункциональные паяльные станции

универсальность

- Мощность до 1100 Вт
- 3 канала: монтаж, демонтаж, пайка горячим воздухом
- Термовоздушный паяльник: темп. нагрева до 500 °С / поток до 120 л/мин
- Низковольт. монтажный паяльник (до 480 °С)
- Демонтажный вакуумный паяльник (до 480 °С)
- Большой выбор наконечников для всех видов плат
- Удобное управление





Еще больше АКТАКОМ для Вас на сайте www.eliks.ru
- *промышленная мебель*
- *антистатические кресла и стулья*
- *бестеневые светильники*
- *радиомонтажный инструмент ...*

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Электронно-механические часы на основе шагового искателя (см. статью на с. 48).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ВЫХОДНОЙ КАСКАД КЛАССА А В УМЗЧ
ОДНОТАКТНЫЙ СТЕРЕОУСИЛИТЕЛЬ НА ПЕНТОДАХ
"ЭЛЕКТРОННЫЕ" ТРАНСФОРМАТОРЫ
МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ РЕЛЕ-РЕГУЛЯТОР

Тираж журнала «Радио» № 6 сдан для рассылки подписчикам 03.06.2015 г.

Уважаемые читатели!

Продолжается подписка на бумажную версию журнала «РАДИО» на второе полугодие 2015 г. Подписная цена одного номера журнала «РАДИО» по каталогу Роспечати 135 рублей. Подписные индексы: Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772; Объединённый каталог «Пресса России» 89032; «Каталог Российской прессы» Почта России 61972.

«Межрегиональное агентство подписки» в период с 1 апреля по 30 июня 2015 г. проводит призовую акцию для подписчиков — конкурс «Будь в курсе! Подписка — всегда стабильный курс!». Полные правила конкурса размещены на www.map-smi.ru и www.vipishi.ru

В РЕДАКЦИИ ЖУРНАЛА «РАДИО» МОЖНО ПРИОБРЕСТИ ЖУРНАЛЫ

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2008	1—12	10 руб.	66 руб.	80 руб.
2009	1—12	20 руб.	76 руб.	90 руб.
2010	1—12	25 руб.	81 руб.	95 руб.
2011	1—12	45 руб.	101 руб.	115 руб.
2012	1—12	80 руб.	136 руб.	145 руб.
2013	1—12	95 руб.	161 руб.	170 руб.
2014	1—12	110 руб.	176 руб.	185 руб.
2015	1—6	125 руб.	201 руб.	205 руб.
2015	7—12	135 руб.	211 руб.	215 руб.

Ниже размещён бланк квитанции банковского перевода в редакцию "Радио" за интересующие вас номера журналов и наборы для самостоятельной сборки.

Деньги за интересующие вас журналы необходимо отправить почтовым или банковским переводом на расчётный счёт:
Получатель ЗАО "Журнал "Радио".
ИНН 7708023424,
р/с 40702810438090103159,
в ОАО "Сбербанк России" г. Москва,
к/с 30101810400000000225,
БИК 044525225.
Только при почтовом переводе указывайте почтовый индекс банка — 101000.
При переводе обязательно укажите, за что вы переводите деньги и свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на наш расчётный счёт, мы отправим ваш заказ.

Извещение

ЗАО "Журнал "Радио"
(наименование получателя платежа)

7708023424 — (ИНН получателя платежа)
40702810438090103159 — (номер счета получателя платежа)

в ОАО "Сбербанк России" г. Москва БИК 044525225

Номер кор./сч. банка получателя платежа 30101810400000000225

(Наименование платежа) (Номер лицевого счета (код) плательщика)

Ф.И.О. плательщика

Адрес плательщика

Сумма платежа руб. коп. Сумма платы за услуги руб. коп.

Итого руб. коп. « » 20 г.

С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т. ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка ознакомлен и согласен.

Подпись плательщика

Кассир

ЗАО "Журнал "Радио"

7708023424 — (ИНН получателя платежа)
40702810438090103159 — (номер счета получателя платежа)

в ОАО "Сбербанк России" г. Москва БИК 044525225

Номер кор./сч. банка получателя платежа 30101810400000000225

(Наименование платежа) (Номер лицевого счета (код) плательщика)

Ф.И.О. плательщика

Адрес плательщика

Сумма платежа руб. коп. Сумма платы за услуги руб. коп.

Итого руб. коп. « » 20 г.

С условиями приема указанной в платежном документе суммы, в т. ч. с суммой взимаемой платы за услуги банка ознакомлен и согласен.

Подпись плательщика

Квитанция

Кассир



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 18.06.2015 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 15-06-00223.

Интернет Солнечного города

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Три вещи способствуют крепкому сну: чистая совесть, мягкая подушка и отсутствие Интернета".
(английские учёные)

Три книги о приключениях Незнайки вышли из-под пера Николая Носова более 50 лет назад, но подобные произведения никогда не устаревают, не выходят из моды и не теряют актуальности. К примеру, книга "Незнайка в Солнечном городе" плотно загружена подробными описаниями всевозможных технических устройств в том самом городе, куда попадают Незнайка, Кнопочка и Пачкуля Пёстренький. В 1958 г. все эти радиолярии, циркулины и планетарки, диковинные автоматизированные здания, вездесущее телевидение, интеллектуальные автомобили и даже играющие в шахматы электронные машины казались сказкой на фоне повседневной жизни обычных людей. Но, однако же, технический прогресс очень быстро развеял сказочный налёт, и уже современные достижения человечества можно назвать на фоне тех, из 50-х, "сказкой в квадрате".

А тем временем прогресс технологий идёт дальше, и теперь нам рассказывают "сказки" про подключённость всего сущего к единой информационной сети в рамках концепций так называемых "Интернета вещей" (IoT — Internet of Things) и "Всеобъемлющего Интернета" (IoE — Internet of Everything), о которых уже шла речь на страницах журнала. Совсем недавно они тоже казались "почти сказкой" из какого-нибудь Солнечного города, а сегодня регулярно появляются новости о том, как из сказки получается быль, а теоретические рассуждения футурологов обретают практический смысл. Более того, во многие новые "вещи" инженеры сразу же закладывают возможность подключения к Интернету. К примеру, корпорация Panasonic планирует открыть безвозмездный доступ к ряду своих разработок, связанных с IoT, чтобы сторонние компании смогли воспользоваться программными продуктами, патентами и экспертизой Panasonic в области "облачных" вычислений.

А тем временем прогнозы применимости IoT и IoE постоянно ширятся. Возьмём IoT-датчики, которые используются от фитнес-трекеров до сложной электроники на службе промышленности и сельского хозяйства. Связи между устройствами будут становиться всё сложнее, их число обещает расти в геометрической прогрессии, а влияние на жизнь людей станет более очевидным по мере того, как сможет повысить качество жизни и экономическую эффективность.

К 2020 г. к IoT будут подключены 30 млрд автономных устройств, а объём рынка составит 3 трлн долл. США, прогнозируют аналитики IDC. По подсчётам их коллег из Gartner, через пять лет число включённых в сеть IoT-девайсов составит 25 млрд. Несмотря на абсолютную универсальность комплекса технологий IoT, эксперты выделяют несколько ключевых направлений, в которых IoT-решения могут быть востребованы или используются уже сегодня. Это — промышленность, медицина, сельское хозяйство, забота о сохранении окружающей среды. По данным GE Report, в следующие 20 лет промышленный IoT сможет увеличить мировой ВВП в полтора раза, с 10 до 15 трлн долларов США. А вот как будет развиваться бытовое применение IoT и как сбудутся здесь прогнозы аналитиков — вопрос пока открытый.

Согласно прогнозам Gartner, в 2015 г. потребительский сектор будет насчитывать 2,9 млрд подключённых к Интернету устройств, а к 2020 г.— 13 млрд. Устройства IoT повсюду уже сегодня — "умные" автоматы, инфоматы или установленные в аэропортах машины для самостоятельной регистрации на рейс никого больше не удивляют. Но это далеко не всё, что могут предложить современные технологии. Прорывного эффекта, а значит, и несравненных конкурентных преимуществ для бизнеса IoT сможет достичь только в том

случае, если корпорации научатся не просто "оцифровывать" старые услуги, а создавать принципиально новые бизнес-модели.

К главным преимуществам IoT обычно относят: снижение затрат на электричество и топливо за счёт автоматизации процессов; абсолютную прозрачность процессов, которая возможна за счёт трекинга и удалённого мониторинга состояния гаджетов и техники; создание зоны безопасности для социально незащищённых людей с возможностью всестороннего анализа здоровья или местоположения; улучшение экологической ситуации благодаря мониторингу выбросов и контролю производств. При этом новые решения и форматы применения будут появляться с каждым годом.

К примеру, датчики носимой электроники могут существенно повысить качество жизни пациентов на этапе диагностики, лечения и реабилитации, а значит, многие виды медицинских услуг могут стать доступнее.

Или вот, скажем, обычная трость, которой пользуются незрячие люди, превращаясь благодаря IoT в палочку-выручалочку, позволяет им получать информацию об окружающем мире через физический контакт: она "видит" лишь то, с чем соприкасается. В изобретённой же студентами из Нанси трости Handisco применены ультразвуковые детекторы наподобие тех, что встраиваются в задний бампер автомобиля и издают предупреждающий сигнал при заднем ходе. По сравнению с упомянутой тростью ультразвуковые волны охватывают более обширную зону и передают информацию посредством вибрации. К тому же на местности обладатель Handisco может воспользоваться технологией GPS.

Сейчас многие города начали внедрять в муниципальную инфраструктуру системы электронных меток, делая получаемые данные общедоступными. "Умная" трость получает информацию от светофоров, автобусов, с мест ведения дорожных работ, перекрёстков и даже метеодатчиков для навигации в режиме реального времени. Снабжённые электронными метками датчики в магазинах сообщают, какие товары там продаются, где вход и когда торговая точка открыта.

В конце прошлого года исследователи из канадского Университета Лаваля подали заявку на патентование технологии вплетения в ткань из хлопка или шерсти датчиков и антенн беспроводной связи. В будущем одежда из такой "умной" ткани будет следить за ключевыми параметрами жизнедеятельности организма: уровнем глюкозы, сердечным ритмом, активностью головного мозга, положением тела и координатами GPS. Подобная одежда сможет самостоятельно "позвонить" в скорую помощь, порекомендовать диету или сообщить родственникам о состоянии близкого человека, который требует дополнительного ухода. Причём отправлять данные они научатся не только на смартфон владельца, но и на сервер больницы и на личные терминалы врачей.

Сельское хозяйство уже давно стало одной из передовых отраслей мировой экономики: именно сельхозпроизводители пока единственные массово используют генную инженерию, а по количеству беспилотников фермерские хозяйства сегодня занимают второе место после военных. К примеру, прогуливающиеся по тенистым бульварам каталонского городка Мольет-дель-Вальес в Испании вряд ли знают, что следить за состоянием деревьев помогает "умная" система, установленная испанской компанией Urbaser (специализируется на коммунальном обслуживании). Появились высокотехнологичные IoT-стартапы, такие как компания Conservis, разработавшая "облачную" программную платформу для фермеров, которая собирает информацию с датчиков, установленных на животных, технике, технологическом оборудовании и полях. Информация по беспроводным сетям поступает на единый "облачный" сервер и доступна фермеру с планшета или смартфона. Это позволяет контролировать работу фермерского хозяйства удалённо, снизить издержки производства, заранее спрогнозировать выручку. Раньше только для проверки влажности почвы фермеру приходилось объезжать поля хотя бы раз в сутки, теперь эту информацию можно получать, не выходя из дома. Телеметрические системы и системы дистанционного управления оборудованием выводят бизнес на новый уровень, позволяя оптимизировать работу парка машин от комбайнов до маслобоен. IoT имеет большое значение при развёртывании сложных распределённых систем, таких как логистические центры или тысячи ветроэлектространций.

У всего вышеприведённого появляются не только дополнительные аспекты информационной безопасности, о которых мы поговорим в другой раз, но и чисто сетевые последствия. Достаточно представить себе, например, какое влияние может оказать предсказываемый компанией Cisco 18-кратный рост трафика на архитектуры сетей, к которым подключатся мириады фитнес-трекеров, "умных" часов и очков, спортивных аксессуаров и устройств медицинского контроля. Однако эти потребительские устройства — лишь вершина айсберга. Согласно дальнейшим прогнозам Cisco, к 2020 г. общее число подключённых объектов достигнет 50 млрд, что почти в шесть раз превышает совокупный прогноз по подключённым мобильным и носимым устройствам.

В частности, недавно на выставке потребительской электроники в Лас-Вегасе были представлены десятки образцов машин будущего. Автомобили новых поколений будут нашпигованы подключёнными датчиками, установленными практически везде — от систем безопасности и автономного вождения до развлекательных центров. Уже сейчас автомобиль со встроенной электронной информационно-развлекательной системой есть у трети американских семей. К 2020 г. число подключённых к Интернету автомобилей вырастет более чем в четыре раза — с сегодняшних 36 млн до 152 млн.

Или, к примеру, в города ежедневно переезжают 180 тыс. человек, поэтому для повышения качества жизни их обитателей будут создаваться так называемые "умные" города, которые состоят из миллионов и миллионов "умных" соединений, начиная от городской сети Wi-Fi, "умных" парковок, "умной" сборки отходов и кончая цифровыми подписями, "умным" освещением и обеспечением общественной безопасности.

Основой всего этого останутся сети связи. И сетям придётся обрабатывать множество новых соединений. Необходимо, чтобы они стали "умнее", могли динамически создавать соединения, предоставлять тот или иной сервис тому или иному пользователю или устройству, выявляя при этом среди передаваемых по сетям триллионов пакетов цифровой информации именно те данные, которые помогут вовремя доставить покупку, привлечь заказчика или обеспечить безопасность граждан.

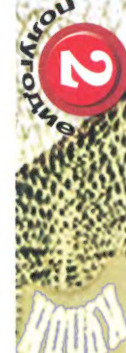
Ключевым фактором реализации выгод на следующем этапе развития Интернета станет подключённая аналитика, под которой подразумеваются программные средства в сочетании с расположенными на границе сети системами хранения и обработки данных, обеспечивающие предприятиям доступ в реальном времени к данным, прогнозам и трендам, способным оказать непосредственное влияние на бизнес.

При всём этом, как отмечают специалисты, большое значение имеет менталитет руководителей, сознающих, что ускорение бизнеса требует быстрых инноваций и особых операционных моделей работы ИТ-служб в эпоху IoT и IoE. Нынешний вал перемен накатывает ещё стремительнее, чем первая волна Интернета, и выстоять в этих обстоятельствах смогут лишь самые расторопные. Так что, когда вы в следующий раз, в спортзале или на пробежке, бросите взгляд на своё носимое устройство, знайте, что лидеры мировой ИТ-индустрии в поте лица своего трудятся над созданием и практическим применением следующего великого поколения интернет-сервисов.

Уже высказываются мнения о том, что для извлечения преимуществ из использования стремительно растущих объёмов данных и соответствующих приложений госучреждениям необходимо объединить кое-какие части имеющихся инфраструктур. Это может принять форму либо слияния центров обработки данных, либо консолидации компонентов в рамках единого оптимизированного вычислительного комплекса. Формирование конвергентной инфраструктуры ИТ — первый шаг на пути к капитализации возможностей, предоставляемых IoE. А некоторые уже заговорили о том, что в ИТ необходим переход от классической модели поиска данных к новому методу, когда данные сами приходят к своему потребителю. Подобная модель предусматривает, например, разработку машин, способных проанализировать потребности в информации и рассчитать оптимальные время и форму её доставки.

Много ожиданий связано с приходом IoT и IoE в транспорт. И уже не сек-





рет, что тенденции мирового развития требуют глобальной перестройки всей транспортной системы.

К примеру, большинство действующих ныне систем массовой перевозки образованы разрозненными сетями, для которых стоимость эксплуатации и управления становится запредельно высока. Кроме того, из-за несовместимости многих систем отсутствует непрерывность связи, что несёт потенциальные риски общественной безопасности. Здесь особенно велика потребность в технологиях, которые могли бы как устранить риски, связанные с безопасностью, так и улучшить качество обслуживания пассажиров, которым в пути необходимо постоянное Wi-Fi-подключение.

Рост плотности городского населения продолжается, а вместе с ней растёт необходимость повышения эффективности транспортных систем. По данным ООН, впервые в истории человечества в городах проживает более половины населения планеты. В 2014 г. численность городского населения составила 3,9 млрд человек, а к 2050 г. этот показатель может удвоиться, что существенно увеличит транспортные заторы, и эта проблема требует немедленного решения.

Разработанное компанией Cisco решение для подключённых автомагистралей (Connected Roadways) — один из компонентов портфолио решений для подключённого транспорта (Connected Transportation). В него входят интеллектуальные сетевые решения на базе IoE, которые помогают лидерам транспортной отрасли решать насущные проблемы. С помощью "Всеобъемлющего Интернета", соединяющего людей, процессы, данные и события по всему транспортному спектру, Connected Roadways позволит городам, транспортным агентствам и структурам общественной безопасности повысить качество принимаемых решений.

Конвергентная сквозная проводная и беспроводная инфраструктура, обеспечивающая реализацию новых приложений для связи транспортных средств друг с другом и с инфраструктурой, сулит много выгод для всех: снижение операционных и эксплуатационных расходов транспортных компаний, более безопасные дороги и более разнообразные сервисы. Только представьте себе мир без дорожных пробок.

Переход к IoT получает растущую поддержку со стороны энергодобывающих и энергораспределительных компаний — возможно, потому, что им это сулит больше, чем кому-либо ещё. Предприятия энергетической отрасли разбросаны по огромным территориям и часто функционируют автономно, без персонала. Аварии на них могут дорого стоить и чреваты опасными последствиями, от пожаров до отравления сотрудников и населения токсичными веществами из нефтяных и газовых скважин.

Большинство предприятий энергетического комплекса стали использовать компьютеризированные системы связи в середине прошлого века. Это были системы диспетчерского управления и сбора данных (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA). Они соединяли все объекты — скважины, топливные ёмкости, насосы и другое оборудование — с центром управления, используя специально разрабатывавшиеся средства связи. Но у таких систем были серьёзные проблемы. Как бы SCADA ни соединялась с объектами, зачастую не было никакой возможности для связи систем друг с другом. Архитектура SCADA строилась по типу "звезды", и устройства могли общаться друг с другом только путём передачи сообщений через сложную и неэффективную систему управления. Подключение систем SCADA к IoT означает новый уровень ситуационной осведомлённости, которая сейчас нужна, как никогда раньше. Малоопытные сотрудники быстрее освоятся с обстановкой, если в их распоряжении будут датчики, с помощью которых они, попав на буровую площадку или на пункт подготовки и перекачки нефти, будут в реальном времени получать нужную информацию.

Основные пользователи Интернета вещей в розничной продаже — заправочные станции. С помощью IoT они передают данные об остатках топлива и принимают платежи с мобильных телефонов. Цель проста — сэкономить время и деньги, а также минимизировать риски водителей. Возможности IoT можно использовать, к примеру, для уведомления страхователей о пройденном километраже без отслеживания транспортных средств (эта функция требует согласия владельца).

Или вот во время утренней зарядки носимое устройство у вас на руке следит за каждым вашим движением и соединяется... нет не с "Большим Братом", а с вашим банком. Убедившись в том, что вы ведёте здоровый образ жизни, банк может снизить ставку по медицинскому страхованию. Затем по дороге на работу вы видите, что в районе, куда давно хотели переехать, продаётся дом. Вы достаёте смартфон, направляете камеру на здание, чтобы увидеть наложенный образ дополненной реальности, и выясняете стоимость и площадь интересующего вас дома, а также получаете ссылку для связи с банковским консультантом по ипотеке... Подобные сценарии могут стать обыденными, когда банки воспользуются теми возможностями, которые предлагает IoE. Современные потребители хотят получать услуги, соотносящиеся с актуальной обстановкой, и в то же время многие считают, что банки не понимают их потребностей. Контекстное взаимодействие становится привычным при покупке книг или заказе потокового просмотра кинофильма, но когда дело касается банков, клиенты ощущают "ценностный разрыв".

Банки смогут идти в ногу с требованиями клиентов, если станут внедрять IoE-решения, позволяющие посоветоваться с экспертом и с комфортом воспользоваться дополнительными услугами тогда и там, когда и где это удобно клиенту, не забывая при этом про меры информационной безопасности. Носимые устройства и дополненная реальность относятся к тем перспективным инновациям, которые банки могли бы использовать уже сегодня. Вместе с тем есть множество других способов, дающих банкам возможность восстановить отношения с клиентами.

В ходе недавнего опроса, проведённого Cisco среди банковских клиентов в 12 странах, выяснилось, что респонденты весьма положительно относятся к банковским IoE-решениям, в основе которых лежат консультационное обслуживание (виртуальный финансовый консультант, виртуальные консультации по ипотеке, автоматизированные инвестиционные консультации) и мобильные технологии (идентификация клиента в отделении банка по его мобильному устройству и мобильные платежи). При этом 75 % опрошенных готовы перейти на обслуживание в другую организацию, если им будет предложен хотя бы один из этих вариантов.

Кстати, на самом деле упомянутые IoE-услуги — лишь вершина айсберга. В своём обзоре Cisco исследовала и другие зарождающиеся сервисы. 63 % банковских клиентов во всём мире заинтересованы в использовании "умных" часов для совершения мобильных платежей и других операций мобильного банкинга, причём в Китае таких желающих ещё больше — 93 %. Самым привлекательным из сервисов с применением "умных" часов оказалась проверка баланса. Респонденты, особенно в развивающихся странах, указывали на потенциал контекстных сервисов для "умных" часов, включая услуги по купонной оплате специальных предложений, проведению платежей и получению извещений о проводимых акциях. По мере того как смартфоны "умнеют", а к Интернету подключается всё больше объектов, банки могут расширять сотрудничество с ритейлом и мобильной розничной торговлей, а также с локальными риэлторами, предлагая уникальные сервисы в реальном времени.

Ожидается, что в ближайшие десятилетия освещение и инженерные сети зданий объединятся на базе интернет-протокола, сформировав конвергентную инфраструктуру здания, которую в компании Cisco называют "цифровой потолок" (Digital Ceiling). Технологии унифицированных коммуникаций, объединяющие речь, видео и инструменты для совместной работы, позволяют преодолевать расстояния между удалёнными командами. Это один из примеров того, как IoE способствует улучшению качества обслуживания клиентов и снижению эксплуатационных затрат. Подобные преобразования происходили в течение последних лет, затрагивая, среди прочего, камеры видеонаблюдения и системы управления зданием. "Цифровой потолок" позволяет зданиям в реальном времени адаптироваться к динамически меняющимся потребностям людей. Комплексный подход к инженерным сетям обеспечивает централизованное управление системами и создаёт платформу интеллектуальных датчиков, передающих данные для принятия более эффективных решений. Мониторинг всех систем и управление ими осуществляются с помощью одного единственного пульта, а не разнообразных систем и средств, как в большинстве современных зданий.

Радикальные перемены обусловлены использованием данных и аналитики, доступных через "облако". Ценность "цифрового потолка" возрастает в геометрической прогрессии благодаря значительному улучшению условий труда и качества обслуживания клиентов в дополнение к таким преимуществам, как сокращение расходов и управление энергопотреблением на основе принципов экологической ответственности.

Появление и непрерывное совершенствование светодиодных ламп сделало возможным использование системы освещения в технологии "цифрового потолка". Энергетический КПД светодиодов позволяет запитывать их по Ethernet-кабелю, а не от высоковольтных цепей переменного тока. Питание ламп через Ethernet (PoE — Power over Ethernet) в сочетании с "облачным" анализом данных датчиков и централизованной системой управления даёт возможность выйти за рамки сетевых подключений. Благодаря достижениям "облачной" аналитики источниками данных могут стать такие "немые" прежде устройства, как электрические лампы, камеры и пр. Среди передаваемых данных — информация об окружающей среде, которую можно анализировать в реальном времени, чтобы затем принимать соответствующие решения. Нетрудно представить возможности системы "умного" освещения и для создания рабочего пространства где-нибудь в Солнечном городе. Кстати, вы не замечали, что дверь в него находится буквально где-то в соседней комнате?

*По материалам **Cisco, Gazeta.ru, CNews, vestnik-sviazy.ru, PCWeek, newsru.com.***

Спутниковые ресиверы DRE(DRS)-4500.

Устройство и ремонт

В. ФЁДОРОВ, г. Липецк

*Окончание.
Начало см. в "Радио", 2015, № 4—6*

Одновременно с производством процессора NP4+ фирма Neotion выпустила коре-модуль на его основе. Внешний вид модуля показан на **рис. 13**. Существуют четыре модификации этого коре-модуля, отличающиеся используемой микросхемой преобразования уровней интерфейса картридера. Ввиду различного функционального назначения выводов процессоров NP4 и NP4+ различаются и схемы коре-модулей, собранных на них. На **рис. 14.1** и **14.2** изображена принципиальная схема коре-модуля PCB.NP4+CB.0200 на микросхеме NP4+: на рис. 14.1 находятся элементы и соединения центральной части с процессором, на рис. 14.2 — расположенные слева и справа от него. Размещение элементов на печатной плате представлено на **рис. 15**.

В коре-модулях с процессорами NP4 и NP4+ применены в основном одни и те же элементы. Поэтому для ремонта вышедших из строя коре-модулей на микросхеме NP4+ можно использовать рекомендации, данные ниже для коре-модулей на процессоре NP4. Коре-модули на микросхеме NP4+ (CIC-0023-0103), кроме описываемых ресиверов, применяли в аппаратах GS-8300 и GS-8300M/N. Эту же микросхему использовали в CAM-модулях MPEG-4/MPEG-2 DRE-CRYPT.

Принципиальная схема панели управления ресиверов DRE(DRS)-4500 аналогична схеме панели управления ресивера DRE-4000 и представлена в [3].

В ресивере DRE-4500 применяли источник питания FP06M024 (Rev: 3.1) фирмы Ferex R&D, схема и принцип работы которого были рассмотрены в [2]. При невозможности восстановления этого источника питания его можно заменить модификациями 1 и 3, а также источником TVP2022 DRE-4000, применявшимся в ресивере DRE-4000 [3]. Они совпадают по геометрическим размерам и параметрам. В ресивере DRS-4500 использовали источники питания FP06M024(Rev: 3.1) и FP07M086 (Rev: 2).

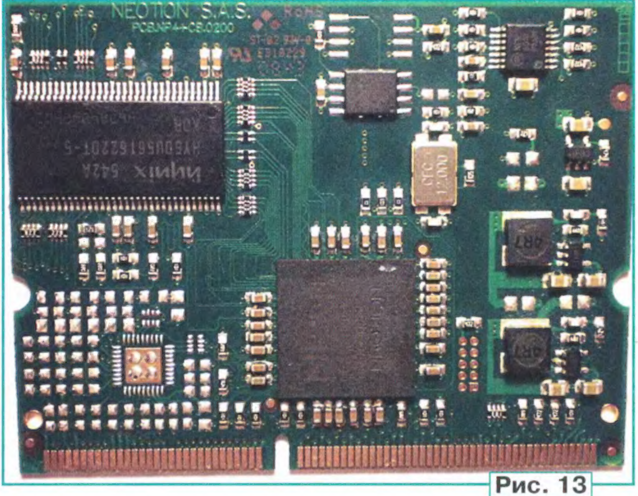


Рис. 13

Источник питания FP07M086 (Rev: 2) собран по схеме импульсного обратноходового преобразователя напряжения. Его принципиальная схема показана на **рис. 16**. Он спроектирован и функционирует подобно источнику питания FP06M024, работа которого описана в [2]. Существенным отличием можно назвать использование отдельного ШИ-контроллера LD7535 фирмы Leadtrend и коммутирующего мощного транзистора FQPF2N60C.

Общая методика поиска неисправностей ресиверов DRE(DRS)-4500 и их устранения аналогична рассмотренной в [3] для ресивера DRE-4000. Если визуально дефект не удалось обнаружить, подключают к входу ресивера исправный конвертер с антенной, которые должны быть настроены на спутник Экспресс АТ-1 в позиции 56° в. д. В слот картридера должна быть установлена оплаченная смарт-карта. Можно использовать антенну с конвертером, настроенные на другой спутник, или ремонтировать ресивер без смарт-карты, но тогда будет отсутствовать возможность проверки правильности дескремблирования платных каналов "Триколор ТВ-Сибирь".

Поскольку схема включения цифровой части описываемых ресиверов подобна схеме ресивера DRE-4000, методы восстановления и обновления ПО через интерфейс RS-232 для них практически одинаковы. Для связи ресивера и компьютера используют нуль-модемный кабель, о котором рассказано в [3]. С целью восстановления и обновления ПО применяют программу-загрузчик DRESetup и эталонный дамп ПО, которые можно скачать на сайте [4].

Процесс и порядок программирования рассмотрены в [3]. Компания НСК (Национальная Спутниковая Корпорация), инициировавшая проект "Триколор ТВ", обеспечивает ОТА-обновление ПО на новое со спутника. Обновление происходит в течение определённого времени, которое объявляют по информационному каналу.

Чтобы провести ОТА-обновление, необходимо настроить ресивер на любую из программ пакета "Триколор ТВ" и переключить аппарат на неё в рабочем режиме. При этом на экране должен появиться инфобаннер с запросом на обновление ПО. Подтверждают запрос нажатием на клавишу **ОК**. После этого необходимо подождать, пока не появится указатель прогресса обновления. После завершения программирования ресивер войдёт в рабочий режим.

Внимание! При загрузке ПО в ресивер выключать его питание запрещается.

Если при прошивке загрузчик сообщил об ошибке, переходят к тестированию и восстановлению цифровой части через JTAG-интерфейс. Процесс подобен используемому для ресивера DRE-4000 и рассмотрен в [3].

Далее перечислены характерные неисправности, возникающие при эксплуатации ресиверов, и способы их устранения.

1. Ресивер не включается в дежурный режим, светодиоды на передней панели не светятся. При включении перегорает плавкая вставка F1.

2. Ресивер не включается в дежурный режим, светодиоды на передней панели не светятся. Плавкая вставка F1 цела.

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

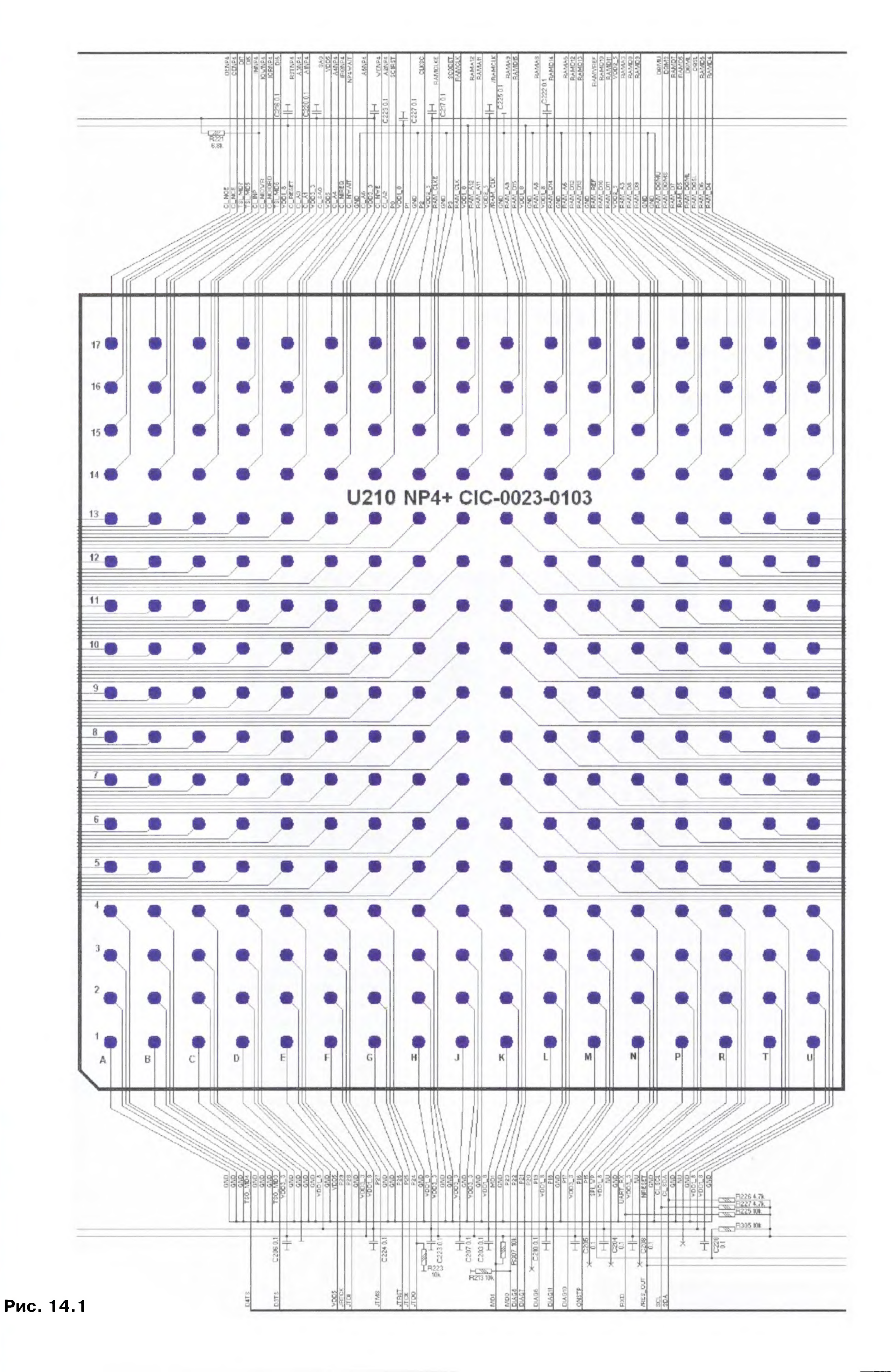

U210 NP4+ CIC-0023-0103
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L
M
N
P
R
T
U

Рис. 14.1

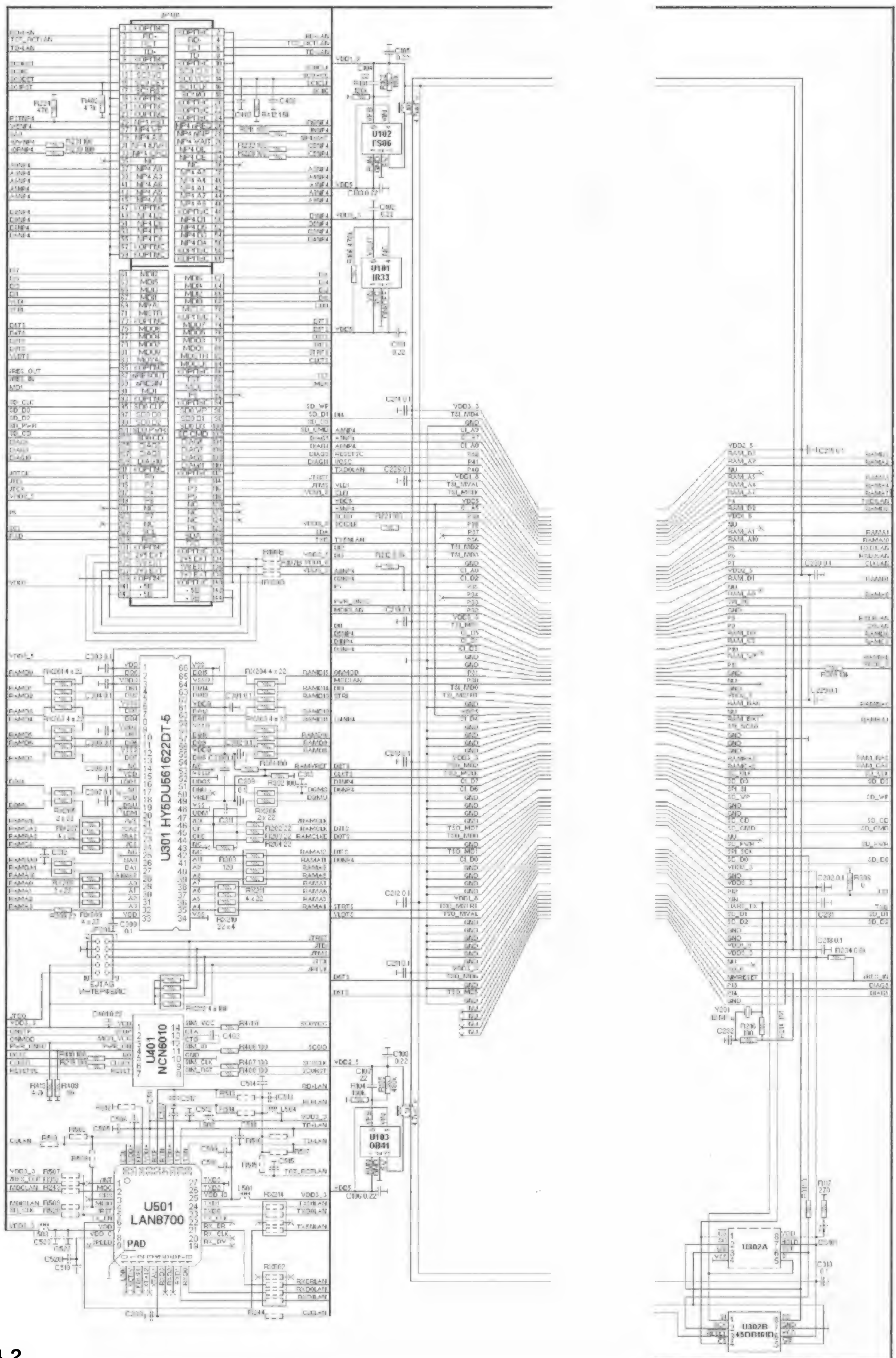

U102
FS06
U101
IR33
U301 HY5DU561622DT-5
EJTAG
ИНТЕРФЕЙС
U401
NCN6010
U103
0B41
U501
LAN8700
PAD
U302A
U302B
45DB161D

Рис. 14.2

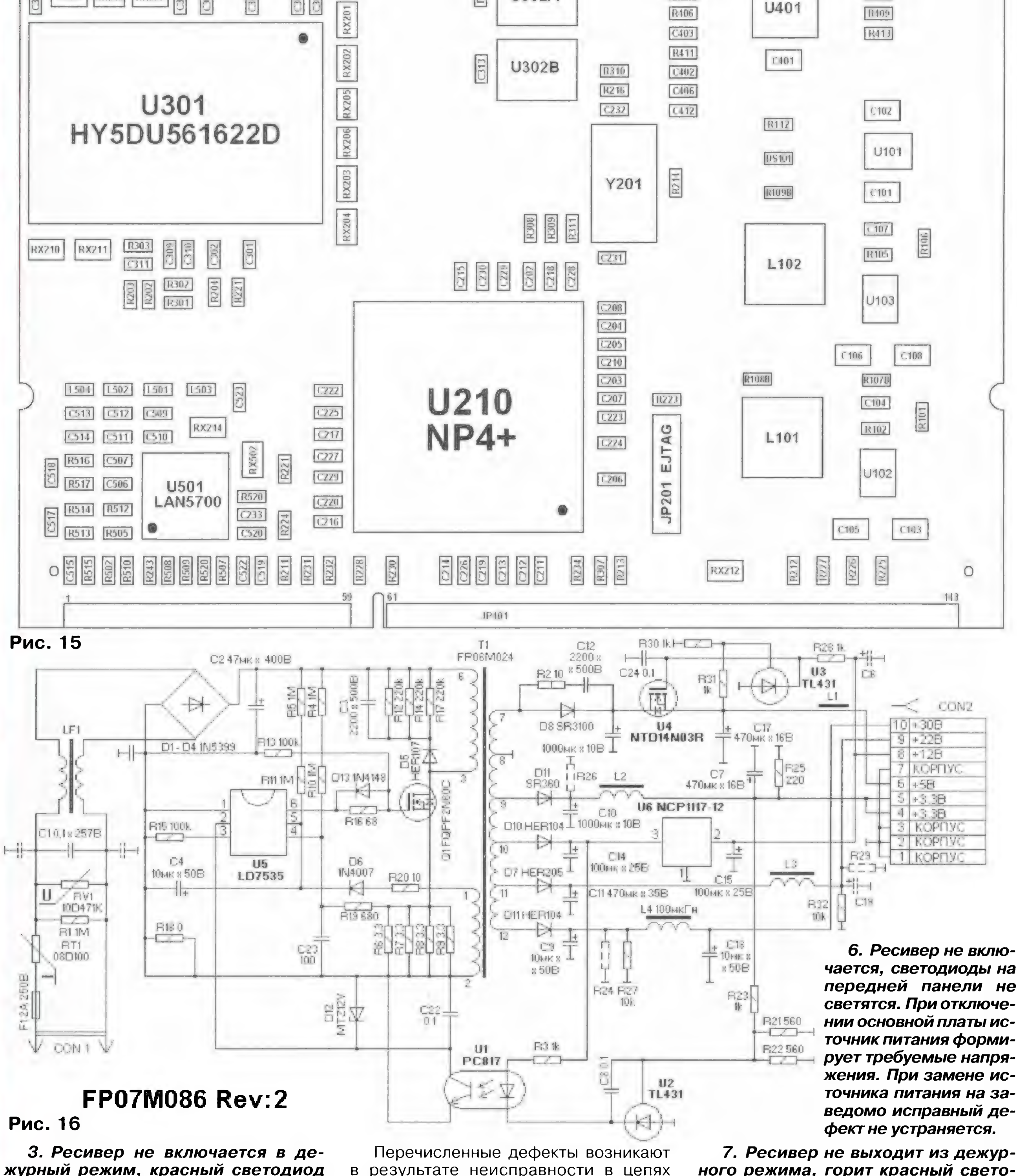


Рис. 15

Рис. 16

6. Ресивер не включается, светодиоды на передней панели не светятся. При отключении основной платы источник питания формирует требуемые напряжения. При замене источника питания на заведомо исправный дефект не устраняется.

3. Ресивер не включается в дежурный режим, красный светодиод на передней панели мерцает с частотой 0,3 Гц.

4. При работе ресивера слышится сильный гул в звуковом канале.

5. При работе ресивера на изображении принимаемой программы по экрану перемещаются тонкие светлые горизонтальные линии ("жалюзи").

Перечисленные дефекты возникают в результате неисправности в цепях питания. Методика их устранения для источника FP06M024 (Rev: 3.1) описана в [2]. Источник FP07M086 (Rev: 2) восстанавливают по тем же рекомендациям с учётом того (напомним), что в нём применены отдельный ШИ-контроллер и мощный коммутирующий транзистор. Вместо контроллера LD7535 можно применить приборы OB2263, SG6848.

7. Ресивер не выходит из дежурного режима, горит красный светодиод на передней панели. Напряжения питания в норме.

8. Ресивер включается из дежурного режима, звук присутствует, изображения нет.

9. Изображение принимаемой программы нормальное. Звук искажён в одном или обоих каналах, но может отсутствовать полностью.

Эта группа перечисленных дефектов свидетельствует о неисправности основной платы. Методика их устранения подобна методике поиска и устранения неисправностей цифровой части для ресивера DRE-4000 и описана в [2].

10. Ресивер включается в рабочий режим, OSD-графика есть, звук и изображение отсутствуют, индикаторы уровня и качества принимаемого сигнала показывают его отсутствие.

Проверку начинают с измерения напряжений питания +3,3 В и +2,5 В модуля DM1 (см. рис. 3.1 и 4.1, выводы 11 и 13 соответственно), а также сигналы SDA и SCL шины I^2C на его выводах 8 и 9. Если они в норме, а на выходе модуля DM1 сигналы TS отсутствуют, для восстановления работоспособности используют рекомендации, данные ниже. При отсутствии управляющих сигналов контролируют связи модуля с коре-модулем и коре-модуля с процессором DD1. При необходимости пропаивают места паек соответствующих выводов последнего.

Если на выходе модуля DM1 сигналы TS присутствуют, необходимо заменить коре-модуль на заведомо исправный. Появление звука и изображения свидетельствует о неисправности коре-модуля. В ином случае контролируют связи коре-модуля с процессором DD1 и при необходимости опять же пропаивают места паек соответствующих выводов.

Большинство дефектов коре-модуля связано с выходом из строя его микросхем-стабилизаторов напряжения U101—U103 (см. рис. 12, 14). Подавляющее число случаев — отказ в работе микросхемы U102, питающей ядро процессора U210. Вместо указанных на схемах типов микросхем U102 и U103 можно применить соответственно KB3426B-1.8 и KB3426B-2.5 фирмы Kingbor Technology. Замена неисправной микросхемы U101 возможна на LP2981IM5-3.3 фирмы Texas Instruments.

Указанные дефекты возникают также в результате нарушения прошивки в микросхеме U302B или выхода из строя (при этом её заменяют исправной). В обоих случаях микросхему предварительно выпаивают из печатной платы. Далее исправную микросхему необходимо запрограммировать соответствующей прошивкой. Программирование делают в универсальном программаторе для SPI-микросхем. Прошивки коре-модуля для работы с ресиверами DRE-4500 и DRS-4500 можно найти на сайте [4].

11. Ресивер включается, OSD-графика есть, звук и изображение отсутствуют. Индикатор уровня принимаемого сигнала показывает его наличие, индикатор качества — его отсутствие.

В случае появления такого дефекта необходимо проконтролировать прохождение сигналов TS от модуля DM1 до процессора DD1, включая коре-модуль. Проверяют качество пайки выводов резисторных сборок и ограничительных резисторов в цепях их соединений, которое часто нарушается в результате попадания влаги в место размещения модуля DM1 на плате по кабелю снижения. При отсутствии сигналов TS на входе процессора DD1 контролируют связи NIM-модуля с коре-модулем и коре-модуля с процессором DD1.

12. После непродолжительной работы изображение рассыпается на кубики и затем — на мелкие чёрточки, "зависая" при этом. Синхроимпульсы на видеовыходе присутствуют. После полного отключения ресивера от сети и охлаждения повторное включение приводит к кратковременному появлению изображения с последующим "зависанием".

Наиболее часто подобный дефект возникает при потере ёмкости конденсатором C142 в цепи питания +3,3 В микросхемы IX2476VA в NIM-модуле DM1 ресивера DRE-4500 и ёмкости конденсатором C146 в цепи питания +5 В микросхемы STB6000 в NIM-модуле DM1 ресивера DRS-4500

Такой дефект может также возникать в результате потери ёмкости выпрямительным конденсатором в цепи +3,3 В источника питания (обычно определяют визуально по вздутию). Одновременно в канале звука прослушивается сильный фон с частотой питающей сети.

В случае, когда указанные способы ремонта оказываются безрезультатными, необходимо продуть холодным воздухом основную плату ресивера в режиме "зависания". Если изображение появляется при обдуве микросхемы DS3 и её пропайка горячим воздухом дефект не устраняет, то он возник из-за холодной пайки выводов резистивных сборок R13, R14 или выхода из строя самой микросхемы DS3.

13. Ресивер принимает открытые FTA-каналы, а кодированные DRE-каналы не принимает.

Входят в меню СТАТУС (кнопка "STATUS" на ПДУ). В строке ID-приёмника должен высветиться уникальный двенадцатизначный номер карты, находящейся в картридере. Если он отсутствует, прочищают контакты картридера. При неустранении дефекта заменяют коре-модуль на заведомо исправный. Если дефект остаётся, проверяют на сайте [5] регистрацию приёмника и подписки.

Если неисправность возникла в результате неработоспособности коре-модуля, заменяют в нём микросхему U401.

14. Характерные неисправности NIM-модуля BS2F7VZ0194A и методы их устранения.

Наиболее часто встречается неисправность модуля, при которой полностью отсутствует принимаемый сигнал. Гораздо реже встречается дефект, при котором периодически пропадает принимаемый сигнал или происходит рассыпание изображения, а также его полный фризинг (заморозка, остановка). Косвенным признаком такой неисправности служит отсутствие индикации уровня входного сигнала и его качества на соответствующих индикаторах экранного меню. Дефект может быть вызван как выходом из строя преобразователя РЧ, так и нарушением работы QPSK-демодулятора.

Для восстановления работоспособности модуля необходимы анализатор спектра с рабочей частотой до 2,5 ГГц, ВЧ-осциллограф, частотомер и цифровой мультиметр.

Подключают ресивер к конвертеру и антенне, точно настроенным на спутник Экспресс АТ-1. В меню ручной настройки устанавливают параметры передачи любого рабочего транспондера спутника. Измеряют напряжения, инжектируемые в кабель снижения (13 или 18 В, в зависимости от поляризации сигнала) и питающие узлы модуля. При их отсутствии или отклонении от нормы проверяют цепи формирования от источника питания до модуля.

Далее проверяют цепи входного компенсирующего усилителя на транзисторе VT1 (см. рис. 8) и симметричного делителя РЧ-сигнала. Анализатором спектра контролируют сигнал РЧ на выходе "LOOP". Если сигнал ПЧ отсутствует или сильно уменьшен, заменяют транзистор VT1.

Проверяют частотомером задающий кварцевый генератор частоты 4 МГц в составе микросхемы D1. При отсутствии колебаний на её выводе 27 пропаивают места паек выводов кварцевого резонатора и микросхемы D1 (при необходимости резонатор BQ1 заменяют). Затем осциллографом или анализатором шины I^2C контролируют наличие сигналов SCL и SDA на входе микросхемы D1. Если они в норме, последнюю заменяют. При отсутствии этих сигналов проверяют их поступление на микросхему D2 от управляющего контроллера ресивера и наличие колебаний частоты 4 МГц на её выводе 1. Если они в норме, пропаивают места паек выводов этой микросхемы и при не устранении дефекта заменяют её.

Затем осциллографом контролируют форму и амплитуду составляющих I и Q на выходах микросхемы D1. Шумоподобные сигналы на них должны иметь амплитуду от 700 до 900 мВ. При их отсутствии микросхему D1 заменяют. В ином случае поиск неисправности продолжают в цепях микросхемы D2. Последняя выходит из строя редко, и работоспособность модуля обычно восстанавливается при пропайке мест пайки её выводов и окружающих элементов. При замене микросхем необходимо руководствоваться рекомендациями их монтажа в корпусах TQFP.

Напомним, что официальный производитель ресивера DRE-4500 — фирма Digi Raum — автор системы скремблирования программ DRE CRYPT 1 и 2. Официальный производитель ресивера DRS-4500 — фирма DownRidge Select Limited. Аппаратная часть ресиверов изготовлена различными китайскими фирмами, прекратившими своё существование.

Так же, как и в случае с ресивером DRE-4000, при поставках и эксплуатации описываемых ресиверов обнаружилось много недостатков в качестве поставляемой продукции. В настоящее время фирмы Digi Raum и DownRidge Select Limited прекратили своё существование. Обновление ПО ресиверов обеспечивает сама компания НСК.

ЛИТЕРАТУРА

3. **Фёдоров В.** Спутниковый ресивер DRE-4000. Устройство и ремонт. — Радио, 2013, № 4, с. 9—12; № 6, с. 10—14; № 7, с. 9—12.

4. Прошивки. — URL: **http://connectiv.narod.ru; http://dvb.com.ru/proshivki.html** (20.11.2014).

5. Триколор ТВ . — URL: **http://tricolor.tv/abonents** (20. 11. 2014).

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Применение электроакустической обратной связи в активных АС

А. СЫРИЦО, г. Москва

В статье автор рассматривает виды обратной связи, охватывающей усилитель мощности, которая учитывает и некоторые свойства излучателей акустической системы, исправляя в определённой степени недостатки АС. Электроакустическая обратная связь (ЭАОС) наиболее эффективно снижает различные искажения в полосе НЧ, однако применимость такой технологии ограничена лишь в АС с встроенными УМЗЧ. Автор предлагает краткую методику расчёта такой АС и схемы дополнительных электронных узлов.

Заметим, что автор неоднократно представлял на выставках свои активные АС (с встроенными УМЗЧ и ЭАОС). Они отличаются реалистичностью звучания и особой чистотой в басовом регистре, где и действует ЭАОС.

Среди основных проблем высококачественного звуковоспроизведения (ЗВ) в полосе НЧ через акустические системы (АС) с электродинамическими головками (ЭДГ) можно выделить две основные: искажения АЧХ и ФЧХ, а также большая величина нелинейных искажений (НИ), особенно на низких частотах. Причинами первой из них являются компромиссы в выборе громкоговорителей, их акустического оформления (АО), а также акустическими свойствами комнаты для прослушивания (КдП) и местом размещения в ней АС. Результатом этого вида искажений являются искажения переходной характеристики (ПХ), что выражается в искажении огибающей звукового сигнала, особенно при резких изменениях уровня, они обычно характеризуются как эффекты "размытости", "гудения" и "запаздывания баса".

Основная причина второй проблемы заключается в необходимости значительного увеличения смещения (хода) диффузора ЭДГ, что особенно подчёркивается при его недостаточной жёсткости и приводит к появлению дополнительных призвуков.

Методы снижения искажений в АС

Ниже кратко рассмотрены возможности применения различных методов по преодолению или уменьшению этих проблем в наиболее распространённых типах АС с АО в виде фазоинвертора (ФИ) и закрытого ящика (ЗЯ), но без учёта влияния акустики КдП и места размещения в ней АС.

АС с АО в виде ФИ при корректной реализации позволяет значительно расширить АЧХ в области нижней граничной частоты в полосе ЗВ, а также уменьшить НИ и, что особенно важно, при относительно небольших объёмах АС, по сравнению с АС в виде ЗЯ. Однако все эти достоинства сопровождаются существенными искажениями ПХ, которые часто являются главными критериями при оценке качества ЗВ, конечно, с учётом заданного функционального назначения АС.

Значительно лучшей ПХ обладает АС с АО в виде ЗЯ, однако при этом требуется значительное увеличение объёмов АС при уменьшении нижней граничной частоты в полосе ЗВ.

Для улучшения качества ЗВ через АС с этими двумя видами АО наиболее часто применяется совместная коррекция АЧХ и ФЧХ [1], а также их совместное использование с усилителями мощности (УМ), обладающими отрицательным выходным сопротивлением [2], что существенно улучшает ПХ за счёт лучшего демпфирования ЭДГ.

Другой метод, менее распространённый, но весьма эффективный, рассчитан на использование электромеханической обратной связи (ЭМОС). В этом случае принципиально, что цепью ОС охватывается ЭДГ — основной источник всех видов искажений, которые при этом методе уменьшаются пропорционально глубине ЭМОС. Среди многочисленных вариантов реализации идеи ЭМОС наибольшее распространение получил вариант с использованием акселерометра в виде пьезодатчика, закрепляемого на поверхности диффузора ЭДГ [3—5]. Электрический сигнал датчика, возникающий при колебаниях диффузора ЭДГ и пропорциональный звуковому давлению, постоянно сравнивается в цепи ЭМОС с исходным сигналом от источника. При этом за счёт разностного сигнала осуществляется необходимая коррекция для достижения соответствия звукового давления со звуковым сигналом от источника. Возможно также применение и других способов введения отрицательной обратной связи (ООС), например, использующих в качестве датчика отдельную дополнительную звуковую катушку ("сенсорную"), сигнал от которой используется для выделения сигнала коррекции в цепи ООС. Этот вид ООС получил название электродинамическая обратная связь (ЭДОС), но его применение ограничено только АС, в которых ЭДГ имеют дополнительную катушку.

Самым сложным в реализации, но зато и самым эффективным является метод, при котором в непосредственной близости от поверхности диффузора ЭДГ установлен микрофон как датчик давления. В этом случае имеет место электроакустическая обратная связь (ЭАОС), которая наиболее полно учитывает все виды искажений, обнаруживаемых микрофоном, независимо от причин. ЭАОС позволяет произвести наиболее точную коррекцию, поскольку электрический сигнал от микрофона не нуждается в дополнительном преобразовании. Малая распространённость применения ЭАОС вызвана трудностями в конструкторской реализации, но впечатляет достигаемым результатом, например, в студийных мониторах X-10 фирмы Meyer Sound (США) [6].

Недостаток всех перечисленных выше методов по возможностям улучшения качества ЗВ на НЧ заключается в необходимости различных конструктивных дополнений. Поэтому большой интерес представляет технология "сопряжения" НЧ ЭДГ и УМ, предложенная в 1978 г. шведской компанией Audio Pro. Получившая название ACE Bass (Amplifier Controlled Euphonic Bass) [7] технология не требует никаких конструктивных дополнений и позволяет снизить нижнюю граничную частоту ЗВ без увеличения габаритов корпуса АС с использованием ЭДГ, собственная резонансная частота которых может быть существенно выше нижней граничной частоты ЗВ в АС.

Принцип действия системы заключается в том, что ЭДГ возбуждается от УМ, выходное сопротивление которого имеет сложный комплексный характер: на отдельных частотах оно отрицательное или положительное и комплексное.

Система ACE Bass может быть выполнена несколькими различными способами, в частности, отрицательное выходное сопротивление можно реализовывать как с помощью положительной ОС по току, так и с помощью конвертора отрицательного сопротивления. Реализация системы возможна для УМ с различным исходным выходным сопротивлением.

Эффект существенного уменьшения НИ объясняется преобладанием линейных электрических параметров ЭДГ относительно нелинейных механических, пересчитанных в электрическую цепь. Широкому распространению технологии ACE Bass препятствует необходимость учёта достаточно большого числа параметров ЭДГ, значительная часть которых обычно отсутствует в спецификациях.

Для оценки целесообразности применения ЭАОС при модернизации АС с АО в виде ЗЯ или при их проектировании необходимо воспользоваться тремя основными критериями.

Первый критерий — экономический, оценивающий увеличение стоимости всего звукового оборудования, существующего или проектируемого, участвующего в процессе ЗВ. При этом дополнительные расходы рассчитывают исходя из стоимости покупки или изготовления всех необходимых механических и электронных элементов, а также стоимость их установки и налаживания.

Второй критерий — конструктивно-технологический, оценивает реальные возможности установки датчика-микрофона с элементами крепления в непо-

РАДИО®

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-83-05

средственной близости от поверхности диффузора ЭДГ.

Третий, технический критерий оценивает реальные возможности улучшения качества ЗВ. При модернизации, а это только добавление ЭАОС, следует учитывать, что расширение АЧХ в область НЧ будет сопровождаться пропорциональным уменьшением максимального звукового давления на величину обычно не более чем на 6 дБ, что соответствует необходимой коррекции АЧХ.

Особенности расчёта АС с ЭАОС

При проектировании АС с АО в виде ЗЯ с применением ЭАОС основной заданной величиной обычно является максимальное звуковое давление (p_{max}) на заданной нижней частоте ($f_н$) в полосе ЗВ с линейной АЧХ.

В процессе проектирования определяют тип громкоговорителя, оптимальную частоту резонанса НЧ-головки (f_c), установленной в АС, необходимое выходное напряжение от УМ на частоте $f_н$, а также структурную и принципиальную схемы всей системы ЗВ с выбором всех типов элементов.

В качестве примера рассмотрим вариант проектирования: p_{max} = 2 Па (100 дБ), $f_н$ = 30 Гц без учёта влияния КдП и размещения в ней АС.

Начальный расчёт проводится без учёта действия ЭАОС. Как известно [8], звуковое давление определяется по формуле

$$p = \frac{x' \cdot S \cdot f \cdot \rho}{r}, \qquad (1)$$

где $x' = 2\pi \cdot f \cdot x$ — скорость диффузора; x — амплитуда смещения диффузора ЭДГ в одну сторону; S — площадь диффузора; f — частота измерения; ρ = 1,225 кг/м^3 — плотность воздуха; r — расстояние до приёмника измерения.

Подставляя значение x', преобразуем формулу (1)

$$p = \frac{2\pi \cdot f^2 \cdot x \cdot S \cdot \rho}{r}, \qquad (2)$$

но $S \cdot x = V$ — объём перемещаемого воздуха. Тогда формула (2) преобразуется к виду

$$p = \frac{2\pi \cdot f^2 \cdot V \cdot \rho}{r}, \qquad (3)$$

при r = 1 м имеем

$$V = \frac{p}{2\pi \cdot f^2 \cdot \rho} \qquad (4)$$

и

$$x = \frac{V}{S} = \frac{p}{2\pi \cdot f^2 \cdot \rho \cdot S}. \qquad (5)$$

Для примера рассмотрим возможность применения ЭДГ LAB12 фирмы Eminence (США) с площадью поверхности диффузора S = 506,7 см^2 = 5,067·10^{-2} м^2, при этом для $p = p_{max}$ = 2 Па и f = 30 Гц:

$$x = \frac{2}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 30^2 \cdot 1 \cdot 5{,}067 \cdot 10^{-2}} = 0{,}57 \cdot 10^{-2}\ м = 5{,}7\ мм,$$

что значительно меньше паспортного значения линейного хода x = ±13 мм выбранной ЭДГ. При дальнейших расчётах используем паспортные данные: $f_{рез}$ = 22 Гц — частота резонанса в воздухе без АО, p_o = 89,2 дБ — чувствительность, соответствующая напряжению U_o = 2,83 В (11,2 дБ) на выходе УМ на f = 100 Гц, Q_{ts} = 0,39 — добротность.

Значение оптимальной резонансной частоты ЭДГ, устанавливаемой в корпусе АС с АО в виде ЗЯ и обеспечивающей малую неравномерность АЧХ, целесообразно рассчитать в соответствии с рекомендациями из [9] по формуле

$$f_c = \frac{f_{рез} \cdot Q_{tc}}{Q_{ts}}, \qquad (6)$$

где Q_{tc} = 0,707 — полная добротность ЭДГ в корпусе АС. Таким образом

$$f_c = \frac{22 \cdot 0{,}707}{0{,}39} = 40\ Гц.$$

Расчёт необходимого значения выходного напряжения от УМ ($U_{вых}$) на частоте $f_н$ = 30 Гц при p_{max} = 100 дБ производится обычно с использованием АЧХ ЭДГ, установленного в корпусе АС с заданным АО. Такая АЧХ может быть смоделирована с достаточной для практики точностью при реализации ФВЧ второго порядка с f_c = 40 Гц и Q = 0,707 по схеме Саллена-Кея [10], которая приведена на **рис. 1**.

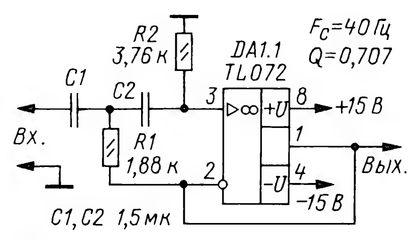


Рис. 1

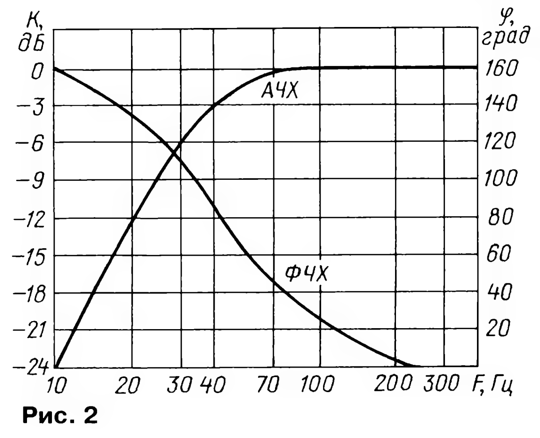


Рис. 2

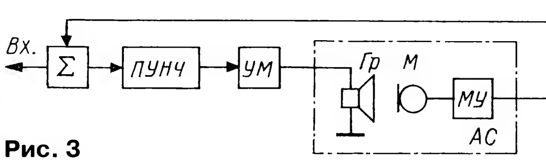


Рис. 3

Результаты измерений АЧХ и ФЧХ для такого ФВЧ приведены в виде графиков на **рис. 2**. Эти измерения, как и все последующие, проведены на специальном звуковом оборудовании "A2 — Audio Measurement System" фирмы Neutrik.

Значения $U_{вых}$ от УМ с учётом прямой пропорциональности между $U_{вых}$ и звуковым давлением, представленные в децибелах, находят по формуле

$$U_{вых} = U_1 + \Delta U_1, \qquad (7)$$

где $U_1 = U_o + (p_{max} - p_o)$ = 11,2 + (100 − − 89,2) = 23 дБ (11 В) — значение $U_{вых}$, соответствующее p_{max} = 100 дБ на частоте f = 100 Гц, ΔU_1 = 6 дБ — величина спада АЧХ (рис. 2) на частоте $f_н$ = 30 Гц.

Таким образом, $U_{вых}$ = 6 + 23 = 29 дБ (22 В).

Автор использует УМ с коэффициентом усиления K_y = 13,5 дБ, тогда чувствительность системы равна $U_{вх} = U_1 - K_y$ = = 23 − 13,5 = 9,5 дБ (2,3 В).

Упрощённая структурная схема системы ЗВ с применением ЭАОС приведена на **рис. 3**, где УМ — усилитель мощности; АС — громкоговоритель (Гр) с ЭДГ и микрофоном (М) с усилителем (МУ); ПУНЧ — полосовой усилитель напряжения низких частот; Σ — сумматор сигналов основного и от ЭАОС.

Как видно из схемы рис. 3, ЭАОС образуется за счёт включения Гр в петлю ООС через датчик-микрофон. Как следует из рис. 3, при условии сохранения сквозного коэффициента усиления сигнала по напряжению для УМ K_y = 13,5 дБ = const, глубина и диапазон действия ЭАОС целиком определяются характеристиками ПУНЧ. При этом максимальная глубина ЭАОС ограничивается пределом устойчивости на ИНЧ (инфранизких частотах). Верхняя частота полосы действия ЭАОС выбирается из условия внесения минимальной временно́й (фазовой) задержки в цепи ЭАОС и определяется с учётом реального расстояния от датчика-микрофона до поверхности диффузора ЭДГ. Очевидно, что это расстояние не может быть меньше необходимого, соответствующего максимальному смещению x_{max} = ±5,7 мм. Автором используется расстояние, равное 12 мм. При этом автор считает достаточным выполнение неравенства

$\lambda \geq 100\,x$, но $\lambda = v/f$, тогда $f \leq v/\lambda$,

где λ — длина звуковой волны; v — скорость распространения звука в воздухе (340 м/с); f — частота звукового сигнала.

Таким образом, $f \leq 340/(100 \cdot 12 \cdot 10^{-3}) \leq 283$ Гц.

Электронные узлы системы с ЭАОС

Реальная практическая структурная схема системы ЗВ с применением ЭАОС, приведённая на **рис. 4**, отличается от упрощённой схемы на рис. 3 введением дополнительных функциональных узлов: ПУ — предварительный усилитель сигналов, обеспечивающий необходимое согласование с МУ при минимальном ухудшении отношения сигнал/шум и необходимое усиление по напряжению; КЛ — корректор Линквица, обеспечивающий необходимую коррекцию АЧХ и ФЧХ сигналов в петле ЭАОС при большой её глубине и создании достаточного запаса по устойчивости на ИНЧ; ФНЧ — фильтр НЧ, ограничивающий сигналы с частотами, превышающими верхнюю частоту полосы

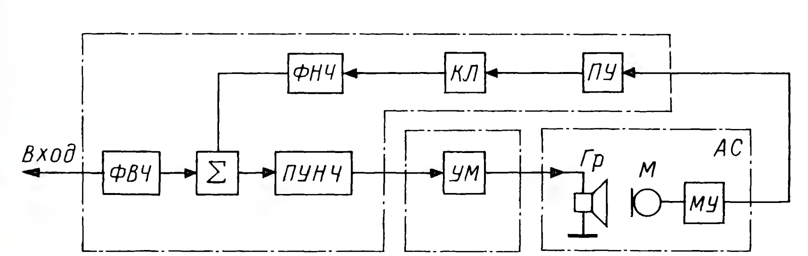


Рис. 4

Рис. 5

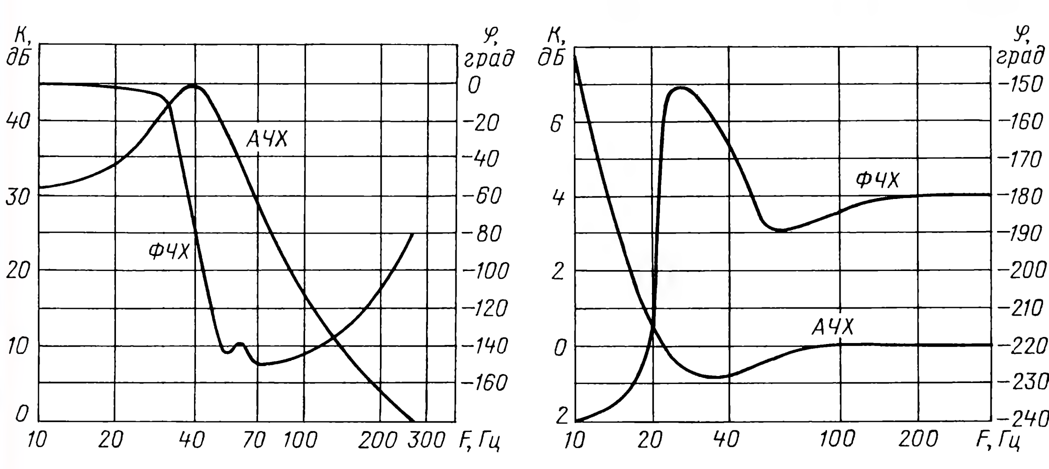


Рис. 6

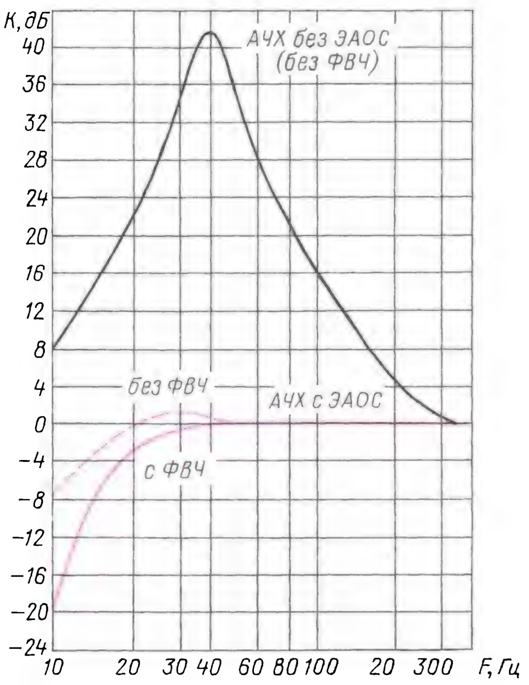
Рис. 7

действия ЭАОС; ФВЧ — фильтр ВЧ, ограничивающий систему от перегрузки сигналами ИНЧ.

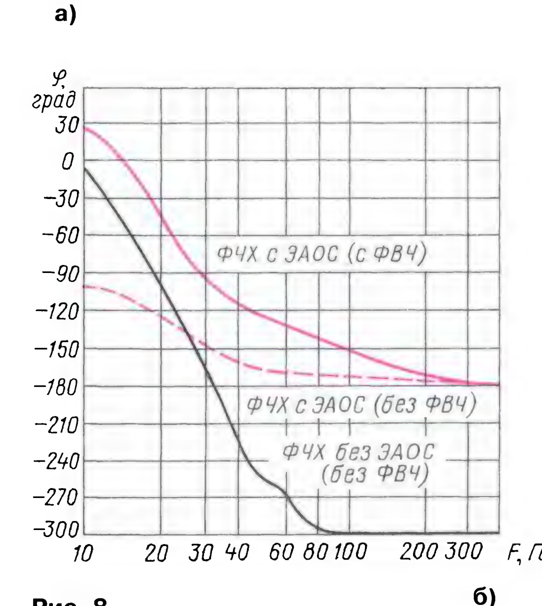
Полная принципиальная схема системы ЗВ с использованием ЭАОС, соответствующая структурной схеме на рис. 4, приведена на **рис. 5**, где в целях удобства рассмотрения взаимодействия всех элементов в системе УМ представлен в виде инвертирующего усилителя на ОУ DA3.1, а Гр, М и МУ — в виде ФВЧ на DA3.2, на выходе которого включён регулятор R14, позволяющий изменять глубину ЭАОС.

Рассмотрим путь прохождения основного сигнала от источника, который начинается с ФВЧ второго порядка, реализованного по схеме Саллена-Кея на DA1.1 и C1, C2, R1, R2. Выбор частоты среза f_c = 21,4 Гц произведён после анализа результатов измерений АЧХ по звуковому давлению с введённой ЭАОС. С выхода ФВЧ сигнал поступает на резистор R3, являющийся одним из элементов сумматора, и далее через конденсатор C3 на вход ПУНЧ. Этот конденсатор обеспечивает развязку по постоянному току неинвертирующего усилителя на DA2.1 от ФВЧ и элементов в цепи ЭАОС. Выбор номинальных значений элементов цепи R5C3 произведён исходя из их минимального влияния на АЧХ и ФЧХ при f<10 Гц.

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru



а)



б)

Рис. 8

ПУНЧ реализован на ОУ DA2.1 и DA2.2, причём усилитель на DA2.1 обеспечивает необходимую глубину ЭАОС, а ФВЧ второго порядка с f_c = 290 Гц, включённый в цепь ООС для DA2.1, задаёт верхнюю частоту полосы действия ЭАОС. Измеренные АЧХ и ФЧХ для ПУНЧ показаны на **рис. 6**.

Выбор отношения сопротивлений резисторов R7/R6 и частоты среза f_c = 290 Гц для ФВЧ на DA2.2 произведён с учётом обеспечения максимального усиления на частоте f = 40 Гц. Ограничения в крутизне ФВЧ вызваны проблемами с устойчивостью. С выхода ПУНЧ (точка А) сигнал поступает на вход УМ на ОУ DA3.1 и далее на эквивалент Гр на DA3.2 (см. рис. 1) с выводом (точка В) на регулятор глубины ЭАОС (R14).

Путь прохождения сигнала ЭАОС начинается от симметричного входа ПУ (точки C и D), реализованного на ОУ DA5.1 с коэффициентом усиления по напряжению $K_у$ = 1. Последующее (основное) усиление происходит на неинвертирующем усилителе, собранном на ОУ DA5.2 с $K_у$ = 1 + R22/R20.

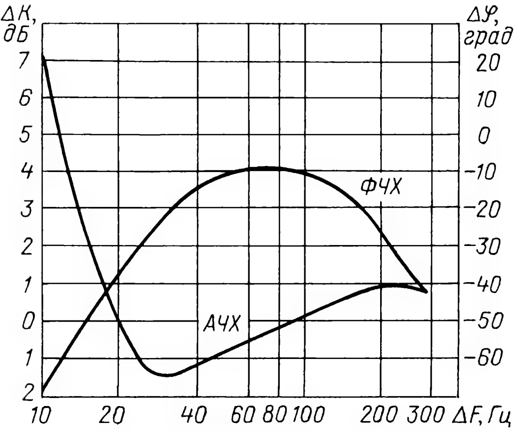


Рис. 9

Конденсатор C16 исключает проникание на вход DA5.2 сигналов с постоянной составляющей от предшествующих каскадов, а его ёмкость выбирают с учётом малого влияния на АЧХ и ФЧХ в области нижней частоты действия ЭАОС. Элементы C17 и R21 служат для коррекции АЧХ и ФЧХ на верхней частоте полосы действия ЭАОС при её большой глубине.

Следующий за ПУ корректор Линквица (КЛ) производит необходимую коррекцию АЧХ и ФЧХ, которые представлены на графиках **рис. 7**. Расчёт элементов КЛ произведён на основании анализа АЧХ (**рис. 8**,а) и ФЧХ (рис. 8,б) системы до введения ЭАОС, а также с учётом обеспечения малой неравномерности АЧХ, с максимальным провалом АЧХ на частоте $f_н$ = 30 Гц не более чем на 0,9 дБ. Завершающим звеном в цепи прохождения сигнала ЭАОС является ФВЧ второго порядка, реализованный по схеме Саллена-Кея на DA1.2 и C22, C23, R29, R30 с выбором частоты среза f_{c2} = 1,05·f_{c1} = = 1,05·290 = 305 Гц, где f_{c1} — частота среза ФВЧ в ПУНЧ на DA2.2, равная 290 Гц.

Результаты измерений АЧХ и ФЧХ тракта прохождения сигнала ЭАОС от входа (точка С) до выхода (точка Е) приведены на графиках **рис. 9**. Выходной сигнал ЭАОС (в точке Е) через резистор R4 смешивается с основным сигналом на входе ПУНЧ. Выбранное соотношение сопротивлений резисторов R4/R3 ≈ 2 обеспечивает одновременно как достаточную помехозащищённость, так и достаточный запас по необходимому максимальному напряжению с выхода DA1.2 с учётом чувствительности системы ($U_{вх}$ = 2,3 В) и большой глубины ЭАОС.

Требования к датчику ЭАОС (микрофону)

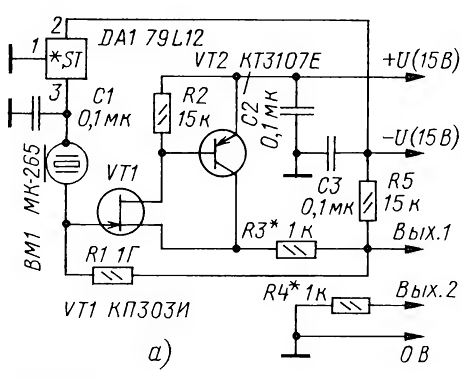
1. Максимально допустимый, измеряемый уровень звукового давления, ограниченный величиной КНИ не более 0,2 % в полосе частот 1...300 Гц, не менее чем на 40 дБ больше уровня звукового давления, заданного на расстоянии 1 м.

2. Неравномерность АЧХ в полосе частот 1...300 Гц — не более ±0,2 дБ.

3. Диаграмма направленности — круговая.

4. Стабильность параметров в течение длительного времени эксплуатации при изменениях температуры, влажности и давления окружающей среды в реальных условиях эксплуатации.

В качестве датчика может быть использован готовый измерительный микрофон, удовлетворяющий выше перечисленным требованиям, или микрофон самостоятельного изготовления. В последнем случае потребуется приобрести только капсюль от классического



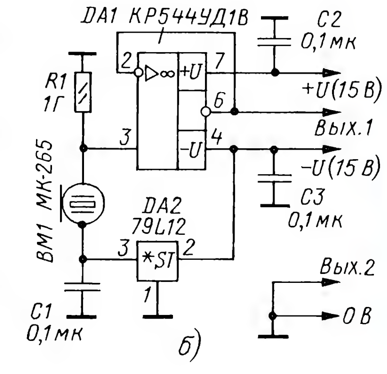


Рис. 10

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

конденсаторного (например, МК-265 или AKG CK62-ULS) или электретного микрофона. Капсюль должен быть дополнен микрофонным усилителем (МУ), который, обычно с целью уменьшения проникновения различных помех, размещают в одном корпусе с капсюлем.

С учётом близкого расположения микрофона по отношению к поверхности диффузора ЭДГ, а значит, и получения достаточно большого сигнала с выхода МУ возможно существенное упрощение схемы МУ за счёт применения повторителя напряжения. Два возможных варианта схем таких МУ приведены на **рис. 10**, где использованы отдельные транзисторы либо интегральные микросхемы. Особенность этих МУ — высокое входное сопротивление для достижения низкой граничной частоты полосы ЗВ при совместной работе с источником сигнала в виде микрофона, являющегося в нашем случае ёмкостным датчиком с малой ёмкостью. Эта ёмкость вместе с резистором R1 определяет нижнюю частоту полосы измерения f ≈ 0,5...1 Гц при спаде АЧХ не более 0,2 дБ.

В МУ на рис. 10,а используется глубокая общая ООС по постоянному и переменному току за счёт соединения коллектора транзистора VT2 с истоком VT1, что обеспечивает стабилизацию режимов. Кроме того, в МУ имеется ещё и ПОС по напряжению с выхода 1 через резистор R1, что увеличивает входное сопротивление МУ до $R_{вх}$ = = R1/(1 – $K_у$), где $K_у$ — коэффициент передачи по напряжению от входа (затвор VT1) до выхода 1. Падение напряжения на R3 задаёт напряжение смещения ($U_{зи}$) для VT1, обеспечивающее нулевой потенциал на выходе 1.

Сопротивление резистора R4 подбирают по максимуму ослабления внешних помех (синфазных), действующих на линию передачи сигнала к симметричному входу устройства дальнейшего усиления сигнала (вход ПУ на схеме рис. 5). Минимальные помехи будут соответствовать равенству сопротивлений по переменному току для выходов 1 и 2 (относительно общего провода). Такое соединение выхода МУ с последующим устройством называют квазисимметричным. Стабилизатор на DA1 служит для уменьшения требований по амплитуде пульсаций от источника питания –U. В схеме МУ на рис. 10,а транзистор VT1 может быть заменён другим с близкими параметрами (напряжения отсечки и тока стока при $U_{зи}$ = 0).

Транзистор VT2 также может быть заменён любым другим соответствующей структуры с малым уровнем шумов при $h_{21э}$ ≥ 200. В схеме МУ по рис. 10,б выходное сопротивление на выходе 1 достаточно близко к нулю, поэтому при квазисимметричном соединении с дальнейшим устройством усиления можно использовать общий ("нулевой") провод. В этом варианте также возможно применение других типов микросхем, удовлетворяющих требованиям по шумам и входному сопротивлению $R_{вх} \geq 10^{10}$ Ом.

Как видно из схем МУ на рис. 10, один из выводов капсюля подключается к минусовой цепи источника питания. При этом лучший результат в уменьшении проникновения помех достигается при соединении корпуса капсюля с источником питания, полярность которого может быть изменена на положительную с соответствующим изменением типа стабилизатора и его подключением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Active Filters. — URL: **http://www.linkwitzlab.com/filters.htm#9** (14.03.15).

2. **Салтыков О., Сырицо А.** Звуковоспроизводящий комплекс. — Радио, 1979, № 7, с. 28—31; № 8, с. 34—38.

3. **Митрофанов Ю., Пикерсгиль А.** Электромеханическая обратная связь в акустических системах. — Радио, 1970, № 5, с. 25, 26.

4. **Hans Klarskov Mortenson**. An acceleration feedback system. — Speaker Builder, 1990, № 1, p. 10—20.

5. **Мухамедзянов Н.** Вниз по лестнице, ведущей вверх... или ЭМОС в низкочастотном звене АС. — URL: **http://reanimator-h.narod.ru/emos.html** (14.03.15).

6. Meyer Sound X-10. — URL: **http://studio-equipment.ru/icemagproducts/meyer-sound-x-10/** (14.03.15).

7. **Stahl K.** Synthesis of Loudspeaker Mechanical Parameters by Electrical Means. A New Method for Controlling Low-Frequency Loudspeaker Behavior. — JAES, 1981, v. 29, № 9, p. 587—596.

8. **Куценко А., Раскита М.** Методическое пособие по курсу "Электроакустика и звуковое вещание", ч. 1. Громкоговорители. — Изд. Технологического института Южного федерального университета, 2006.

9. **Алдошина И., Войшвилло А.** Высококачественные акустические системы и излучатели. — М.: Радио и связь, 1985.

10. Схемы активных фильтров. — URL: **http://digteh.ru/Sxemoteh/filtr/RC/** (14.03.15).

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

С 15 мая начало работать радио Государственной компании "Автодор" с названием "Страна". На первоначальном этапе вещание будет идти в режиме онлайн на сайте <**http://radio-strana.ru**>. Сайт состоит из четырёх информационных разделов: "Новости", "На чём поедем", "Куда поедем" и "Как поедем". Помимо этого, есть и сервисы: расчёт стоимости проезда, прогноз погоды и т. п.

Осенью эфирное вещание стартует в УКВ-диапазоне на участке новой скоростной автодороги М-11 "Москва — Санкт-Петербург" в обход г. Вышний Волочёк. В 2018 г. радио начнёт полноценное круглосуточное вещание на всех автомагистралях Государственной компании: М-1 "Беларусь", М-3 "Украина", М-4 "Дон", М-11 "Москва — Санкт-Петербург" и ЦКАД (источник — URL: **http://www.russianhighways.ru/press/news/13437/** (25.05.15)).

Молодёжная радиостанция "Юность" была образована в 1962 г. Она входит в состав Всероссийской государственной телерадиокомпании (ВГТРК). В своё время "Юность" была очень популярна, а трансляция её программ на длинноволновой частоте 153 кГц позволяла уверенно принимать их на всей европейской территории страны.

Увы, затем в результате просчётов руководства последовал уход её из эфира в Интернет и УКВ-диапазон, затем ребрендинг и новое имя — "ЮFM". Однако всех проблем решить не удалось, и в последнее время вещание вообще шло на "автомате", без ди-джеев, только музыка в режиме "нон-стоп".

До 9 января 2014 г. радиостанция вещала в Москве и на многих региональных частотах в России, а также со спутников в пакетах русскоязычных радиопрограмм. 8 января прошлого года было прекращено вещание в УКВ-диапазоне в Москве и других регионах. Дольше всех держалась Калуга — там до 5 сентября 2014 г. станция работала на частоте 100,6 МГц. И вот пришло известие, что с 1 марта 2015 г. "Юность" полностью прекратила своё существование. Возможно, раз уж государство в лице ВГТРК отказалось от своего детища, то, может быть, частные инвесторы возродят его когда-нибудь?

А пока что в ночном эфире "Маяка" с 00.00 до 03.00 транслируется музыка в "стиле "Юность FM" (стиль и орфография анонса сохранены), а на сайте **http://www.radiounost.ru** можно смотреть на ободряющий призыв — "Скоро".

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. Филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" с 22 мая организовал трансляцию передач радиостанции "Радио России" в г. Бийске на частоте 104,7 МГц. Ранее вещание велось на частоте 70,4 МГц (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/news/read/324/** (25.05.15)).

АСТРАХАНЬ. Радиостанция "Наше Радио" выиграла конкурс на право осуществлять вещание в Астрахани на частоте 87,9 МГц (источник — URL: **http://www.rspectr.com/news/nashe-radio-astrakhan/** (25.05.15)).

БИРОБИДЖАН. Одна из самых популярных радиостанций страны "Авторадио" начала работать в Еврейской автономной области. Музыку и автомобильные новости в столице Еврейской АО г. Биробиджане можно принимать на частоте 106,4 МГц (источник — URL: **http://ctceao.ru/события-дня-13-марта/** (25.05.15)).

ВОЛГОГРАД. "Радио 7 на семи холмах" получило право на вещание в г. Волгограде на частоте 94,9 МГц. Таким об-

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18
РАДИО № 7, 2015

разом, география радиостанции пополнилась ещё одним городом—миллионником (источник — URL: **http://emg.fm/news/71** (25.05.15)).

Радиостанция "Мир" вскоре появится на частоте 93,8 МГц. "Мы гордимся, что станция выиграла конкурс на право вещания в этом городе", — отметил и. о. директора радиостанции "Мир" Борис Блохин (источник — URL: **http://mirtv.ru/video/16865/** (25.05.15)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. 22 мая в г. Киселёвске на частоте 107,8 МГц началась трансляция передач радиостанции "Наше радио" (источник — URL: **http://www.nashe.ru/news-detail.php?id=972889** (25.05.15)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Город Славянск-на-Кубани включил "Love Radio", радиостанция запущена на частоте 95,3 МГц. И ещё один город края — Тихорецк присоединился к сети вещания этой станции на частоте 88 МГц (источники — URL: **http://tvkinoradio.ru/article/article3078-love-radio-zapustilos-v-slavyanske-na-kubani** и **http://tvkinoradio.ru/article/article3038-love-radio-prodolzhaet-rasshiryat-zonu-veshaniya** (25.05.15)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. В апреле жители г. Красноярска обнаружили в эфире новую радиостанцию, которая сразу привлекла к себе внимание и вызвала много разговоров. На частоте 96,2 МГц появился абсолютно новый музыкально-развлекательный проект — "Красноярск FM". Станция выходит на рынок под слоганом "Радио молодых профессионалов" в формате "Современное Хит Радио" и ориентируется на вкусы и предпочтения тех, кому от 20 до 40 — активных, энергичных, нацеленных на результат людей (источник — URL: **http://krsk.sibnovosti.ru/society/294264-na-volne-96-2-fm-poyavilas-novaya-radiostantsiya-krasnoyarsk-fm** (25.05.15)).

В посёлке Берёзовка впервые в Красноярском крае запущена УКВ-радиостанция для отдельной территории. Более 40 тыс. человек из 20 поселений Берёзовского района смогут настроить радиоприёмники на частоту 92,4 МГц для прослушивания передач местной радиостанции под названием "Берёзовое радио".

Первые 24 часа прямого эфира были посвящены 70-летию Великой Победы. Радиовещание станции будет круглосуточным. На первом этапе только музыка — отечественная и зарубежная: как современная, так и музыка прошлых лет. Далее в планах у организаторов создание собственных программ, рассчитанных на местных слушателей: новости района, интервью с известными лицами, а также развлекательные программы и музыкальные поздравления. Руководство радио намерено прислушиваться к пожеланиям берёзовцев и дать возможность участвовать в создании уникального эфира (источник — URL: **http://www.1line.info/society/item/44019-radio** (25.05.15)).

НЕНЕЦКИЙ АО. 27 апреля радиостанция "Наше радио" зазвучала в столице Ненецкого автономного округа г. Нарьян-Маре на частоте 104,4 МГц. На сегодняшний день станция присутствует в 58 городах России. Сейчас в процессе запуска ещё 25 городов (источник — URL: **http://nsn.fm/music/nashe-radio-teper-i-v-naryan-mare-.php** (25.05.15)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Нижегородский ОРТПЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Европа плюс" в г. Сергаче. Вещание осуществляется круглосуточно на частоте 106,2 МГц. В эфирной сетке предусмотрены местные врезки. Принимать сигнал радиостанции могут жители Сергача и близлежащих населённых пунктов (источник — URL: **http://nnovgorod.rtrs.ru/news/read/336/** (25.05.15)).

НИЖНЕВАРТОВСК. Филиал РТРС "Урало-Сибирский РЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Наше радио" в г. Нижневартовске. С началом вещания жители города и окрестных населённых пунктов могут слушать рок-программы на частоте 89,1 МГц (источник — URL: **http://ural-sib.rtrs.ru/news/read/486/** (25.05.15)).

ПЕРМЬ. Филиал РТРС "Пермский КРТПЦ" начал трансляцию радиопрограмм "Вести FM" на частоте 88,5 МГц и "Радио России" на частоте 90,2 МГц в г. Перми.

Напомним, что по решению ВГТРК с 1 февраля этого года в Пермском крае была прекращена трансляция "Радио России" на средних волнах. В настоящее время крупный краевой центр и соседние населённые пункты обрели возможность слушать программы сразу двух государственных радиостанций. Средний радиус охвата вещанием составляет 33,7 км (источник — URL: **http://perm.rtrs.ru/news/read/490/** (25.05.15)).

ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ. Радиостанция "Дорожное радио" получило право на вещание в г. Петропавловске-Камчатском на частоте 107,9 МГц (источник — URL: **http://emg.fm/news/71** (25.05.15)).

ПСКОВ. Этот город вошёл в региональную сеть "Love Radio", станция начала работать на частоте 105,8 МГц (источник — URL: **http://tvkinoradio.ru/article/article2957-love-radio-nachalo-veshanie-v-pskove** (25.05.15)).

РОСТОВ-НА-ДОНУ. С 12 мая филиал РТРС "Ростовский ОРТПЦ" начал трансляцию программ первой деловой радиостанции "Радио Бизнес" на частоте 106,6 МГц. Программы станции включают обзор текущих событий в стране и мире, новости рынков (обзор котировок ценных бумаг, курсов валют, цен на сырьё), информацию об отставках и назначениях. Присутствуют сообщения о погоде в финансовых столицах мира, а также обзоры событий в ведущих российских и зарубежных компаниях и корпорациях, мониторинг деловой прессы: газет, журналов, интернет-изданий, мирового радио и телеэфира (источник — URL: **http://rostov.rtrs.ru/news/read/144/** (25.05.15)).

СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ. В начале мая радиостанция "Дорожное радио" на частоте 102,5 МГц начала работать в г. Сафоново. Таким образом, вещанием радиостанции сегодня охвачена вся федеральная трасса М-1 "Беларусь" на участке Москва — Смоленск — государственная граница с Белоруссией (источник — URL: **http://www.onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__55732/** (25.05.15)).

ТВЕРЬ. 7 мая филиал РТРС "Тверской ОРТПЦ" начал трансляцию в Твери радиопрограммы "Галактика" ("Galaxy radio"). Жители областного центра и окрестных населённых пунктов могут слушать радиопрограмму на частоте 99,8 МГц.

"Галактика" — радиостанция с преимущественно музыкальным наполнением эфира. Приоритет отдан признанным и "раскрученным" танцевальным зарубежным хитам различных направлений (источник — URL: **http://tver.rtrs.ru/news/read/102/** (25.05.15)).

ТОМСК. Переход радиостанции "Радио России" со старого формата УКВ-диапазона на новый состоялся в ночь на 7 мая. Теперь томичи могут слушать эту радиостанцию на новой частоте — 102,9 МГц. Переход на эту частоту позволит телерадиокомпании значительно расширить аудиторию радиослушателей. Вслед за Томском на УКВ-диапазон 88...108 МГц перейдёт вещание программ "Радио России" и в районах области (источник — URL: **http://www.tvtomsk.ru/vesti/company/7420-radio-rossii-nachinaet-vescchanie-v-tomske-na-fm-chastote.html** (25.05.15)).

ХАБАРОВСК. ООО "Радио Дача" признано победителем конкурса на наземное эфирное радиовещание в г. Хабаровске на частоте 106,2 МГц, ежедневно, круглосуточно с программной концепцией "Радио Дача" (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/ news/2408.htm** (25.05.15)).

29 апреля 2015 г. православная радиостанция "Вера" в результате состоявшегося заседания Федеральной конкурсной комиссии по телерадиовещанию получила право осуществлять наземное эфирное вещание в г. Хабаровске на частоте 107,9 МГц (источник — URL: **http://pravostok.ru/blog/v-khabarovske-pojavitsja-pravoslavnaja-fm-radiostantsija/** (25.05.15)).

ХАКАСИЯ, РЕСПУБЛИКА. Карта городов сети "Радио Дача" пополнилась ещё одним пунктом. К региональной сети радиостанции присоединился г. Абакан, частота вещания — 89,4 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2422.htm** (25.05.15)).

ЗАРУБЕЖНОЕ РАДИОВЕЩАНИЕ

БЕЛАРУСЬ. "Первый национальный канал Белорусского радио" вещает в летнем сезоне на белорусском языке ежедневно:

— с 04.00 до 07.00 — на частоте 7255 кГц для Восточной Европы, мощность — 125 кВт;

— с 17.00 до 21.00 — на частоте 6080 кГц для Ближнего Востока, мощность — 100 кВт.

В рамках вещания "Белорусского радио" также транслируются программы радиостанций "Радио Столица", "Радио Могилёв", "Радио Гродно" и некоторых других региональных: с 15.00 до 17.00 на частоте 6080 кГц с мощ-

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ностью 100 кВт — для Ближнего Востока и на частоте 7255 кГц с мощностью 125 кВт — для Восточной Европы.

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

БЕЛАРУСЬ. В Республике Беларусь завершаются мероприятия по переходу от аналогового эфирного телевизионного вещания к наземному цифровому. Они проводятся в рамках реализации "Государственной программы внедрения цифрового телевизионного и радиовещания в Республике Беларусь до 2015 г.".

За время реализации программы в стране построена разветвлённая сеть наземного цифрового телевизионного вещания, на сегодняшний день состоящая из 84 цифровых телевизионных передатчиков, охватывающая практически всю территорию, на которой проживает население страны. Сетью обеспечивается трансляция обязательного общедоступного пакета, состоящего из восьми телевизионных программ и одной радиопрограммы — "Первый национальный канал Белорусского радио", которые доступны для приёма населением на безвозмездной основе.

Символический полный переход осуществлён 15 мая 2015 г., когда аналоговое эфирное телевизионное вещание в дециметровом диапазоне волн прекратилось на последних десяти объектах, в том числе на главной РТПС страны в населённом пункте Колодищи (источник — URL: **http://www.brtpc.by/news/858/** (25.05.15)).

Хорошего приёма и 73!

Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. *Часть 11*

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Налаживание тракта первой ПЧ (55845 кГц) и усиления приёмника

В этом разделе мы выпустим самого "жирного кота" из купленного "мешка". Именно "горбатая и ушастая" АЧХ в тракте первой ПЧ не даёт приёмнику S-2000 победить более простых собратьев и занять трон в категории бытовых всеволновых приёмников. Да и приёмник PL-660 по той же причине не убедительно позиционируется на прилавках и не может соревноваться с более простым DE-1103.

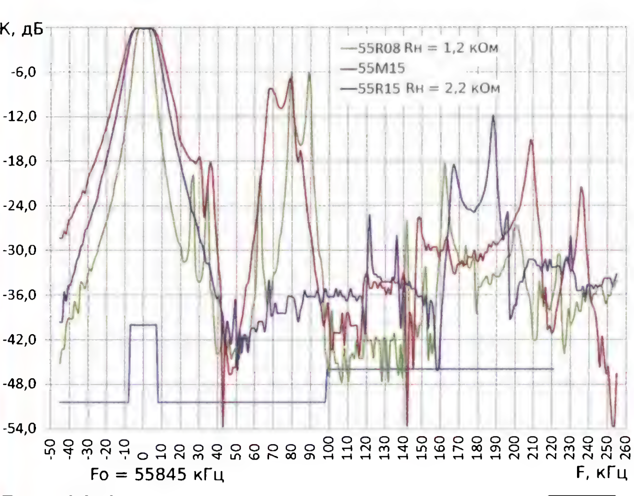


Рис. 11.1

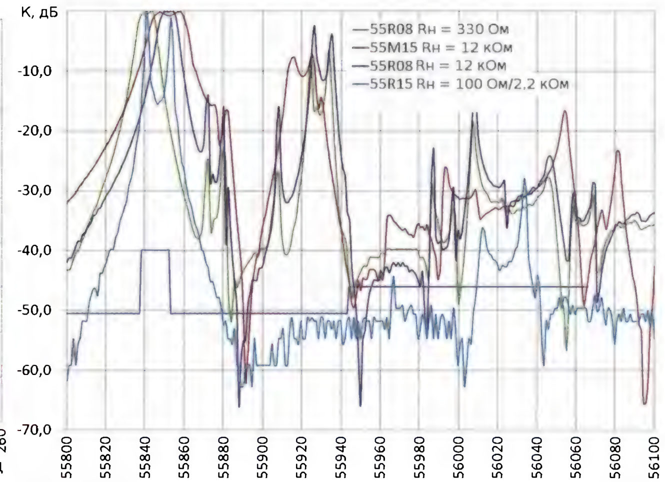


Рис. 11.3

Двухрезонаторные фильтры на частоту 55845 кГц

При проверке различных фильтров на частоту 55845 кГц оказалось, что все они работают на третьей гармонике несмотря на различную информацию в документации на них. Основной резонанс находится на частоте 18660 кГц, ширина полосы пропускания — 30...70 кГц с провалом в АЧХ до 6 дБ. Поэтому в тракте УПЧ должны присутствовать LC-контуры, существенно подавляющие сигналы с частотами менее 20 МГц и обеспечивающие согласование этих фильтров на частоте 55845 кГц.

Перед тем как обсуждать состояние заводского варианта настройки кварцевых фильтров и их исправление, обратим внимание на **рис. 11.1**, на котором предоставлены АЧХ некоторых фильтров при их правильном согласовании. Лучше этих АЧХ уже никак не получить, в заводских настройках они обычно хуже. Поэтому задача текущей доработки — добиться наилучшей АЧХ. Вне указанного в диаграмме диапазона отсутствуют заметные паразитные резонансы, а подавление за полосой пропускания — не менее 40 дБ.

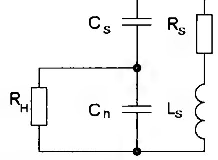


Рис. 11.2

Характерным, и не очень хорошим свойством всех "бюджетных" кварцевых фильтров является большой уровень паразитных резонансов (полос пропускания) в диапазоне несколько сот килогерц выше основной полосы пропускания. На моё удивление эти резонансы достаточно точно повторяются для разных экземпляров фильтров одного типа и их можно учитывать в проектировании приёмников. Ниже полосы пропускания у двухрезонаторных фильтров паразитные резонансы практически отсутствуют, и подавление достигает 50...60 дБ. Для частотного преобразования "вниз" на вторую низкую ПЧ (455 кГц) гетеродин настраивают на частоту 55390 кГц, этим зеркальный канал (910 кГц) падает в эту же "чистую" область (54935 кГц).

Все двухрезонаторные фильтры (PFWCC450, SFE10,7xx и кварцевые) имеют выраженную зависимость центральной частоты от резистивной составляющей сопротивления источника сигнала и нагрузки. Этот эффект поясняет упрощённая эквивалентная схема резонатора, показанная на **рис. 11.2** (более точная схема — на рис. 10.15). Если согласующие сопротивления $R_н$ имеют номинальное значение, колебательный контур $L_sC_sC_п$ настроен на номинальное значение центральной частоты.

Если сопротивления источника сигнала или нагрузки малы, "укорачивающее" действие конденсатора $C_п$ ослабляется и результирующая ёмкость контура растёт, поэтому резонансная частота резонатора и фильтра в целом снижается. При превышении сопротивлений резонансная частота увеличивается. Используя это свойство, "замученный" фильтр даст нам подсказку о причинах искажений его АЧХ.

Интересен тот факт, что в каждом таком варианте (при одинаковых сопротивлениях) можно настроить с малой реактивной компенсацией хорошую

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2014, № 9—12; 2015, № 1—6

форму АЧХ с практически плоской вершиной. Фильтры с номинальной частотой 55845 кГц таким образом можно перестроить на 10...+8 кГц при изменении сопротивления от 50 Ом до 12 кОм (**рис. 11.3**), при этом потери в полосе пропускания остаются приемлемыми. При изменении сопротивления добротность резонаторов меняется незначительно и можно получить неравномерность АЧХ от 0 дБ до 2 дБ (при номинальном согласовании не более 0,5 дБ). При этом с уменьшением сопротивления уменьшаются побочные резонансы. Самое главное для нас — за счёт изменения активного сопротивления настроить фильтр так, чтобы его центральная частота стала равной 55844,5 кГц, что обеспечит выполнение частотного плана налаженного приёмника. Это особенно важно в простых приёмниках с узкополосным фильтром 55R08.

Если сопротивления источника сигнала и нагрузки существенно отличаются друг от друга, происходит раздвоение резонансов и появляются два острых "рога". Голубая кривая на рис. 11.3 отражает в качестве яркого примера АЧХ второго фильтра в приёмнике S-2000 с заводской настройкой.

Доработку узлов с двухрезонаторным фильтром и искажённой АЧХ проводят в следующей последовательности.

Определяют номинальный импеданс фильтра для настройки на номинальную частоту. Если нет документации, это можно сделать с достаточной точностью на начальном этапе для чисто резистивного согласования. Ёмкость выводного резистора (около 1,5 пФ) заменит ёмкость согласования для фильтров на частотах выше 40 МГц.

Определяют импеданс подключённых усилителей в линейном режиме. Если фильтр напрямую подключён к усилителю, надо учесть значение входной ёмкости усилителя как часть "горячей" части согласующей схемы.

Выбирают схему согласования. Тут вариантов много, предпочтение отдадим резонансным цепям. В расчётах участвуют резонансное сопротивление LC-контура и полный импеданс усилителя. Сам двухрезонаторный фильтр (если он с малыми потерями) без навесных элементов имеет обычно очень высокий импеданс и на данном этапе не участвует в расчёте согласующей схемы. Суть согласования в том, что трансформирующее звено преобразует импеданс усилителя в номинальный импеданс для фильтра.

LC-контур должен также обеспечить реактивную составляющую согласования, обычно это ёмкость в несколько пикофарад для формирования правильного вида АЧХ. Поэтому согласующий LC-контур будет на самом деле настроен на частоте чуть ниже центральной частоты фильтра, и изначально рассчитанная трансформация может не получиться. Настройка правильной формы АЧХ не обязательно совпадает с минимумом затухания в полосе пропускания, особенно при высоком соотношении L/C контура. Для фильтров на частоту 55845 кГц я стал проводить расчёты с запасом +30 % по резистивной части.

Перестройкой LC-контура по частоте и подборкой сопротивления резисторов, подключённых к фильтру, подгоняют форму АЧХ и центральную частоту кварцевого фильтра. Этот метод легче и проще применить на практике, если в начале процесса согласующие сопротивления и центральная частота выше номинальных, для чего и заложен резерв в расчёте.

Фильтр 55R15

Этот фильтр я встретил только в приёмнике S-2000. Он отличается от всех остальных своей "чистой" АЧХ в диапазоне ±150 кГц от центральной частоты, что важно для работы в загруженных диапазонах. Это уже близко к качеству фильтров на частоту 45 МГц, работающих на основной гармонике. Слабое место у 55R15 — это наличие сильно выраженных резонансов в диапазоне +160...+195 кГц выше центральной, затрудняющих приём на ДВ.

У фильтра 55R15 добротность резонаторов высокая, полоса пропускания близка к 15 кГц (по уровню –3 дБ) и критическая связь резонаторов для достижения плоской вершины быстро нарушается при малейшем неправильном согласовании. Эта чувствительная настройка на заводском конвейере практически неуловима. Там, видимо, решили настраивать фильтры во всех приёмниках одинаково, уверенно и повторяемо, и вдали от требуемых параметров. Делать сознательно все приёмники одинаково плохо — это, конечно, смелый способ обеспечения качества.

Фильтру 55R15 для установки центральной частоты 55844,5 кГц требуется импеданс 2...2,2 кОм в сочетании с малой ёмкостной составляющей, меньшей, чем входная у большинства транзисторов и микросхем, включая монтажные ёмкости. Поэтому без качественного LC-контура правильная настройка не получится. Вариант заводской схемы согласования второго фильтра 1Х3 явно неудачен из-за полного отсутствия элементов согласования.

Фильтр 55M15

Этот фильтр есть в продаже в России (**www.quartz1.com**). В полосе пропускания у него можно получить практически ровную вершину АЧХ шириной 11 кГц, добротность резонаторов меньше, чем у 55R15, а полоса пропускания чуть больше (18 кГц по уровню –3 дБ), при этом АЧХ более скруглённая. Соседние каналы на частотах ±10...±30 кГц подавляются хуже. Зато паразитные "лазейки" на частотах +160...200 кГц намного меньше и сдвинуты по сравнению с АЧХ фильтра 55R15. Фильтр 55M15 требует чуть меньшего сопротивления согласования, примерно 1,8...2 кОм с небольшой ёмкостной составляющей.

Есть в продаже и фильтры 55M20, но они мало подходят для КВ-приёмников из-за более широкой полосы пропускания (более 20 кГц), больших и многочисленных паразитных резонансов. Но его можно применить как дополнительный межкаскадный фильтр. Оптимальное сопротивление согласования — около 3,3 кОм, что на этой частоте уже вызывает проблемы в реализации схем.

Фильтр 55R08

Этим фильтром нам "сыпят соль на рану". Полоса пропускания 7...8 кГц — это идеально для приёма АМ-радиостанций на КВ. В грамотно разработанном приёмнике HAM-2000 (TECSUN, SATELLIT 800) работает пара фильтров 55R08 непосредственно в одной секции. Первый гетеродин перестраивается с шагом 100 Гц, и поэтому спектр полезного сигнала легко "встраивается" в полосу пропускания 7 кГц в тракте первой ПЧ.

Во всех остальных приёмниках семейства гетеродин перестраивается с шагом 2 кГц, а промежуточный шаг 1 кГц образуется за счёт перестройки второго гетеродина уже после кварцевого фильтра. Из-за шага 2 кГц слушатель не может получить выгоду от полосы пропускания 8 кГц в тракте первой ПЧ для приятного звучания мощного АМ-сигнала. Полноценно передаётся АМ-сигнал с полосой до 6 кГц (полоса модулирующего сигнала 3 кГц), что создаст у слушателя впечатление лучшей помехозащищённости и часто приводит к не совсем оправданным высоким оценкам при сравнении приёмников. АЧХ простых (налаженных) приёмников с фильтрами 55R08 и CFU455H соответствует АЧХ приёмника с фильтром ФП1П1-60-73 с полосой пропускания 7 кГц со своей скруглённой вершиной, а это чуть лучше хорошо налаженного приёмника ОКЕАН-214.

Главный недостаток этого фильтра — паразитная полоса пропускания с уровнем –12 дБ на частотах выше центральной на 75...90 кГц. В сочетании с фильтром второй ПЧ CFU (455 кГц) образуется паразитный канал, который пропускает сигнал с ослаблением 47...58 дБ. Это ложным образом заметно "оживляет" диапазон КВ. В приёмнике HAM-2000 фильтры CFW455 и несколько LC-контуров подавляют подобный канал приёма на 100 дБ.

Фильтр 55R08 обеспечивает номинальную центральную частоту при подключении резисторов сопротивлением 1,2...1,4 кОм. Настройка правильной формы АЧХ не вызывает трудностей, зато узкая полоса требует особой аккуратности при настройке центральной частоты. В приёмнике PL-660 с этим имеются большие проблемы. Кстати, в приёмниках PL-600 и DE-1103 все необходимые элементы настройки имеются, дело только за тем, чтобы их задействовать.

Суммарная АЧХ двух одинаковых фильтров

Применение двух фильтров потенциально приведёт к улучшению подавления всех внеполосовых сигналов. В приёмнике S-2000 за первым смесителем следует одна секция фильтра (55R15), и далее сигнал поступает на малошумящий усилитель на транзисторе 10Q9. Вторая секция фильтра совершенно правильно установлена совсем близко к входу микросхемы TA2057. Структура из двух разделённых фильтров применяется и в приёмнике PL-660. Такое размещение обеспечивает хорошую помехозащищённость тракта первой ПЧ и вполне удовлетворительное подавление при отстройке на несколько сот килогерц.

Уязвимым узлом с точки зрения помехоустойчивости в S-2000 является длинная и не экранированная линия связи от платы № 10 до второго фильтра 1X3.

Как мы это уже обсуждали на примере ФНЧ на RC-звеньях, результирующая АЧХ двух фильтров, включённых последовательно друг за другом и разделённых буферным усилителем, оказывается более узкой. На практике для двух фильтров 55R15 получается полоса пропускания около 13 кГц. В приёмниках S-2000 и PL-660 фирма TECSUN не справилась с разработкой и настройкой высокочастотных кварцевых фильтров, реальная итоговая АЧХ у них не лучше, чем у одного фильтра. Оказанием "первой помощи" у входа TA2057 (дроссель 1,5 мкГн) мы только навели "косметическую красоту" внутри непосредственной полосы приёма.

ухудшается, всё равно в S-2000 она определяется в тракте второй ПЧ. Подавление за полосой пропускания — не менее 40 дБ, и в комбинации с фильтром CFU на 455 кГц получаем канальную избирательность не хуже 75 дБ даже по всем "плохим" каналам. Несмотря на то что фильтр 55M15 сам по себе "хуже" фильтра 55R15, в тандеме они оказываются "сильнее" двух 55R15. Подобный эффект получаем от комбинации фильтров 55R08+55M15 (зелёная кривая) — это с успехом проверенный мною вариант для приёмника PL-660.

Блок из двух одинаковых фильтров

Объединить в приёмнике S-2000 второй фильтр с первым в компактную конструкцию после первого смесителя предложил **А. Власенко** (GRUNDIG Satellit 750, источник — URL: **http://www.radioplaneta.ru/forum/viewtopic.php?p=1568** (25.05.15)). Более подробный анализ этого варианта выявил ряд недостатков, от которых невозможно избавиться в рамках нашей работы, и поэтому я не включил его в программу доработки, но обсудить его стоит.

Для наглядности я собрал макет на базе двух фильтров 55M15 в идеальных условиях топологии и заземления и провёл измерения. АЧХ представлена на рис. 11.5 (голубая кривая). На двух фильтрах 55R15 я не мог получить однозначной и повторяемой настройки, слишком они капризны в тандеме. Подавление вне полосы пропускания не превышает 50 дБ из-за высокого импеданса узла при таких высоких частотах. Но намного важнее тот факт, что от непосредственной стыковки двух двухрезонаторных фильтров (55R08, 55M15) итоговая полоса пропускания расширяется на 40 %, если настроить необходимую для качества АМ-приёма плоскую вершину! В результате транзистор 10Q9 будет хуже защищён от мощных сигналов в соседнем канале, но лучше — от удалённых по частоте помех. Кто всё-таки решится на такую доработку, должен сначала проработать налаживание тракта по нашей программе и обязательно попробовать вариант без буферного усилителя. Исходя из своего опыта, я предлагаю экспериментаторам применить в компактном фильтре два новых 55M15, а на входе микросхемы TA2057 оставить налаженный 55R15 (или даже 55R08, если DRM не интересует). Такой вариант настраивается без "капризов", приёма через "лазейки" больше не будет и на ДВ станет возможным дальний приём.

На стыке фильтров импеданс очень высокий и в идеале там вообще ничего не надо устанавливать, но на практике выручит высокодобротный подстраиваемый LC-контур (L = 0,8 мкГн, C = 12 пФ). Зато на входе и выходе требуется импеданс 0,9 (1,5) кОм для 55R08 (55M15), иначе центральная частота фильтра "прилипнет" к частоте 55850 кГц.

Вариант с двумя фильтрами 55R08 со сложной схемой согласования на двух LC-контурах с подстроечным конденсатором для регулировки связи показал возможность установить полосу пропускания 7...10 кГц. Паразитные резонансы при этом подавлены на 50 дБ. Однако этому варианту однозначно не хватает места на плате № 10 после смесителя.

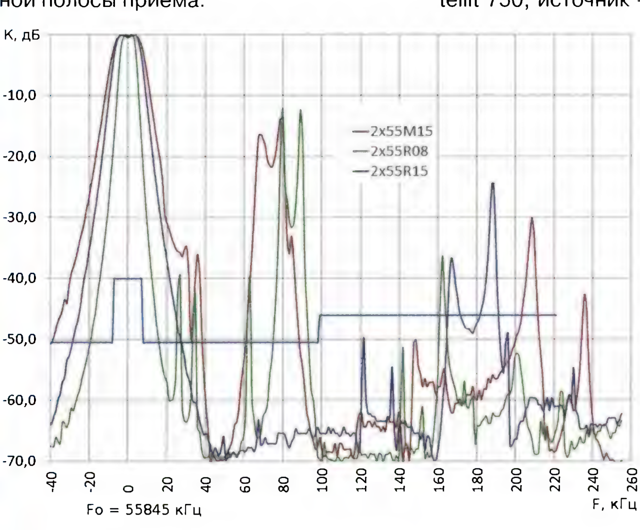


Рис. 11.4

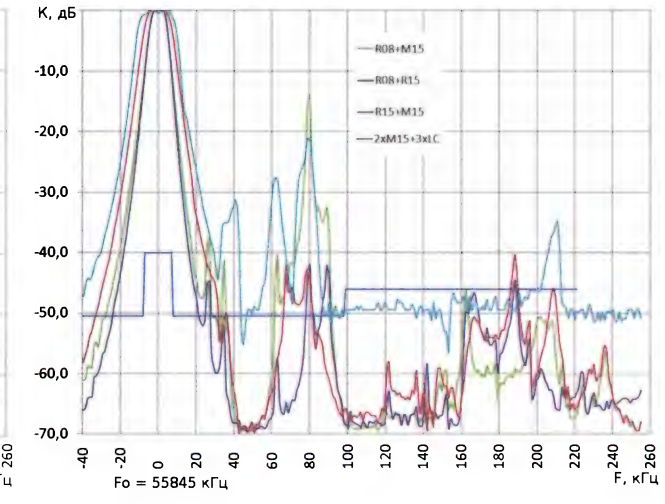


Рис. 11.5

На **рис. 11.4** показаны расчётные АЧХ (на основе данных из рис. 11.1) для каскада из двух одинаковых фильтров, разделённых усилителем. На практике в налаженных приёмниках эти АЧХ получаются с высокой точностью. В приёмнике S-2000 с двумя фильтрами 55R15 получается в целом хорошая АЧХ с подавлением до 70 дБ за полосой пропускания. "Лазейки" на уровнях –30 и –40 дБ при приёме на СВ и КВ мало влияют на качество приёма (после фильтра CFU455 подавление составляет не менее 65 дБ).

С двумя раздельными фильтрами 55R08 в приёмнике PL-660 не должно быть проблем с приёмом на ДВ (зелёная кривая). Но недоучёты в схеме "закрывают" этот диапазон настолько, что в PL-660 в меню даже предлагается функция деактивации этого диапазона.

Суммарная АЧХ двух разных фильтров

На **рис. 11.5** показаны расчётные АЧХ комбинаций из двух разных фильтров, на практике показавшие заметное улучшение параметров по сравнению с вариантом на рис. 11.4. Если в приёмнике S-2000 комбинировать фильтры 55R15+55M15 (красная кривая), то получим хорошее подавление "лазеек", ранее мешающих приёму на ДВ. Избирательность по основному каналу мало ухудшается...

Варианты доработки тракта первой ПЧ (55845 кГц)

На **рис. 11.6** на ***3-й с. обложки*** показана схема тракта первой ПЧ с возможными вариантами доработок. Базовый вариант "А" — это вся верхняя часть схемы, которая уже даст неискажённый приём АМ и SSB и требующий малых затрат. В этом варианте мы проведём налаживание АЧХ фильтров. Перед началом работ увеличим напряжение питания транзисторов примерно на 0,3 В. Для этого все резисторы сопротивлением 10 Ом в цепях питания (10R22, 10R23, 10R28) заменим дросселями индуктивностью 4,7...15 мкГн (для поверхностного монтажа типоразмера 0805). Буферный усилитель на транзисторе 10Q1 должен быть уже доработан (см. 10-ю часть).

Установленный на месте дросселя 10L4 заводской резистор сопротивлением 100 Ом убирают и устанавливают выводной дроссель индуктивностью 4,7...15 мкГн. А изъятый резистор поставим со стороны печатных проводников параллельно этому дросселю 10L4.

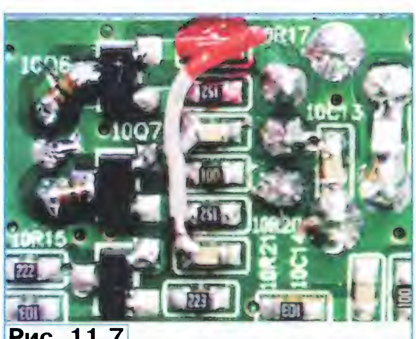


Рис. 11.7

Этот резистор, возможно, ещё придётся подбирать при налаживании усиления приёмника.

Измерения, проведённые в разных режимах приёма, подтвердили тревожную информацию из форумов о том, что первый смеситель склонен к самовозбуждению в диапазоне УКВ или СВЧ. Это особенно часто наблюдается после настройки кварцевого фильтра на номинальный импеданс (от чего на заводе отказались). Проблема состоит в наличии реактивного импеданса на затворах транзисторов 10Q6 и 10Q7 с участием их ёмкостей ($C_{зи}$ = 10 пФ) и ёмкости обратной связи (2,5 пФ) при высоком импедансе на выходе. Последовательно включёнными резисторами для поверхностного монтажа (типоразмер не более 0603) сопротивлением по 24 Ом в цепи затворов удалось успокоить смеситель (левая часть **рис. 11.7**). Для сигнала образуется дополнительный ФНЧ с частотой среза 600 МГц, и чтобы он не мешал приёму в диапазоне AIR, сопротивления этих резисторов должны быть не более 75 Ом.

Налаживание кварцевых фильтров

Измерение АЧХ кварцевых фильтров на частотах выше 20 МГц даже для профессионального мастера непростая задача. Проблема в том, что даже незначительные отклонения нагрузки от номинального значения, вызванные измерительными кабелями, полностью искажают АЧХ. Косвенный метод измерения даёт более правильный результат, так как фильтры и активные узлы будут работать со своей рабочей "обвязкой". Тестовый сигнал проходит двойное преобразование по частоте, и можно пользоваться приборами в диапазоне менее 1 МГц. Но при этом все гетеродины приёмника должны быть налажены и работать на "правильных" частотах.

Схема проведения измерений показана на **рис. 11.8** на ***3-й с. обложки***. Регулятор RF GAIN устанавливают в положение максимального усиления. Уменьшают добротность выходного контура на выходе второго смесителя, чтобы он не искажал АЧХ. Для этого параллельно катушке 1T1 со стороны смесителя припаивают резистор сопротивлением 470 Ом. Кто переделал катушку 1T1 на низкий импеданс (см. раздел про доработку АРУ), должен временно отключить пьезофильтры (удалить конденсатор, идущий к ним), иначе они исказят АЧХ. Ступенчатый аттенюатор устанавливают в положение "–20 дБ". Приёмник настраивают на частоту имеющегося в наличии измерителя АЧХ, рекомендую диапазон ДВ или СВ, так как в этом случае можно подать сигнал измерителя через катушку связи (два-три витка), надетую на магнитную антенну, или подать сигнал непосредственно на её разъём (XS2 на рис. 2.1). Сначала уровень сигнала от измерителя АЧХ устанавливают таким, при котором начинаются перегрузки и искажения, а затем уменьшают его в два раза.

Но надо учесть, что на экране частотная ось идёт с обратным отсчётом. На вход приёмника поступает сигнал от ГКЧ, например, с частотой 455 кГц с полосой качания не менее 30 кГц (удобно работать при 4 кГц/дел). При приёме на частоте 455 (и 456) кГц частота первого гетеродина должна быть 56300 кГц и первая ПЧ — 55845 (55844) кГц. Центральная частота налаженного кварцевого фильтра должна быть 55844,5 кГц, и только в S-2000 допускается отклонение до 1 кГц.

Налаживание первой секции фильтра

У кого есть осциллограф с верхней граничной частотой не менее 60 МГц и чувствительностью 5...100 мВ, может снять сигнал с истока транзистора 10Q1. При этом желательно применить щуп с ослаблением 20 дБ. Можно также подключить коаксиальный кабель длиной не более 80 см через резистор сопротивлением 39 Ом напрямую к резистору 10R30. Второй кварцевой фильтр не повлияет на это измерение. Если применён быстродействующий цифровой осциллограф, для сглаживания "картинки" стоит попробовать включить встроенный ФНЧ.

Если осциллограф низкочастотный (2...10 МГц), сигнал снимают с выхода второго смесителя (резистор R1). Но это потребует выпаивания второго кварцевого фильтра и замены его конденсатором ёмкостью более 100 пФ. Выводы фильтра могут быть согнуты, что мешает быстрому удалению его с платы. Поэтому сначала надо с помощью отсоса удалить припой, выпрямить выводы и снова нанести легкоплавкий припой. Потом одновременно разогревают все три вывода фильтра и удаляют его.

Уровень сигнала с ГКЧ устанавливают таким, чтобы АРУ не начало уменьшать усиление (первая четверть показания S-meter при налаженной АРУ), но лучше временно соединить с общим проводом вывод 7 (АРУ) микросхемы TA2057. В любом варианте надо использовать регулятор усиления RF GAIN, предотвращая возникновение ограничения сигнала в усилителях на транзисторах 10Q9, 10Q1 и микросхеме 1IC1. В дальнейшем по умолчанию у всех приведённых изображений АЧХ центральная частота — 55845 кГц, обратный отсчёт (справа — 55813 кГц, слева — 55877 кГц) и разрешение по частоте 4 кГц/дел. (полоса качания — 64 кГц).

На **рис. 11.9** на ***3-й с. обложки*** показана заводская АЧХ первой секции кварцевого фильтра. Сравнение с нормой (см. рис. 11.1) наводит на печальные мысли. Узкий пик находится на частоте 55846,5 кГц, а сама АЧХ по уровню –3 дБ "размазана" в сторону до правого "колена" на частоте 55835 кГц. Полоса пропускания шириной 17 кГц получается по уровню –6 дБ (55833...55850 кГц), что совсем не симметрично по отношению к принимаемому сигналу. В полосе приёма (±0,5 или ±1 деление от центра экрана) фильтр имеет неравномерность АЧХ 3 дБ. Полученный результат говорит о том, что в целом фильтр нагружен на слишком малое сопротивление, поэтому центральная частота занижена. Большое "расстояние" между выбросами АЧХ говорит о том, что вход и выход фильтра нагружены разными сопротивлениями. Кроме того, с заметным уровнем пробивается сигнал первого гетеродина.

Вариант для осторожного читателя

Принимаем первую попытку настройки (вариант А на рис. 11.6). Ферромагнитные отвёртки не применять! Ферритовый подстроечник в катушке индуктивности 10T2 в заводском варианте вкручен на максимальную глубину, это указывает на серьёзную проблему. При выкручивании подстроечника форма АЧХ практически не меняется, только амплитуда монотонно уменьшается. Такое поведение является признаком того, что контур далёк от резонанса, на практике оказалось, что его частота настройки намного больше 55 МГц. Такой контур создаёт низкое сопротивление, и АЧХ сдвинута вправо (к низким частотам). Исправим ситуацию установкой дополнительного конденсатора 4,7 пФ, поставим его на не занятое место от 10C15 (вариант А). Повторяем настройку и получаем АЧХ, показанную на **рис. 11.10** на ***3-й с. обложки***. "Правое колено" заметно сдвинулось к середине, выросла амплитуда в целом. На этом этапе настроим АЧХ на максимум амплитуды.

Максимально вкрученный подстроечник должен, на первый взгляд, давать наименьшую индуктивность, так как контурная обмотка размещена в верхней секции каркаса. Это было бы так, если бы у транзисторов 10Q6 и 10Q7 не было бы выходной ёмкости $C_{си} \approx$ 6 пФ. Входная обмотка трансформатора 10T2 влияет на резонанс, и как раз в неё на заводе установили подстроечник. То есть на заводе по факту 10T2 настроили на минимальную возможную частоту, и при этом получилась относительно хорошая и воспроизводимая при производстве АЧХ, но не достигли согласования с фильтром. А, наверное, посчитали, что настроили индуктивность на минимум и нет смысла устанавливать конденсатор 10C15.

Затем настраивают АЧХ с помощью подстроечника трансформатора 10T3 (на выходе фильтра 10X1). Можно заметить две явно выраженные, но не острые вершины, которые уже близко друг к другу. Но это уже не влияние отличающихся нагрузочных сопротивлений, а признак сверхкритической связи резонаторов. Надо бы поочерёдно подобрать реактивную и резистивную составляющие сопротивления нагрузки, но это дело тонкое. Подборкой резистора R2 (5,1...10 кОм) получим плоскую вершину АЧХ, при этом подкорректируем общий вид АЧХ с помощью подстроечников трансформаторов 10T3 и 10T2.

Но как бы мы ни старались, "не хватает" этому фильтру около 2 кГц до централь-

ной частоты 55844,5 кГц (**рис. 11.11** на ***3-й с. обложки***). До "колена" на частоте 55849 кГц имеем ровную вершину, что можно считать удовлетворительным для приёма широкополосной АМ.

Согласование с первым смесителем

Причина сдвига центральной частоты — заниженный импеданс со стороны смесителя. Предположительно параметры трансформатора 10Т2 позаимствованы из приёмников с кварцевым фильтром 55R08. Частично исправить ситуацию может установка катушки индуктивности (L1 на рис. 11.6) LQW2BNH типоразмера 0805 фирмы Murata. Это — вариант Б. Ёмкость конденсатора 10С15

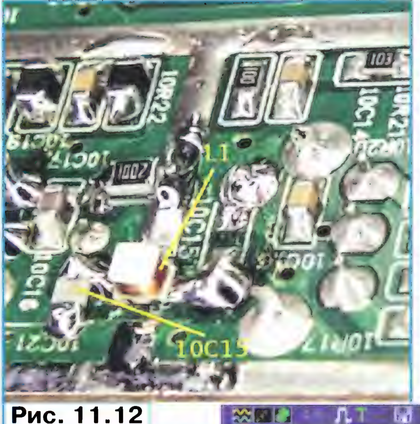
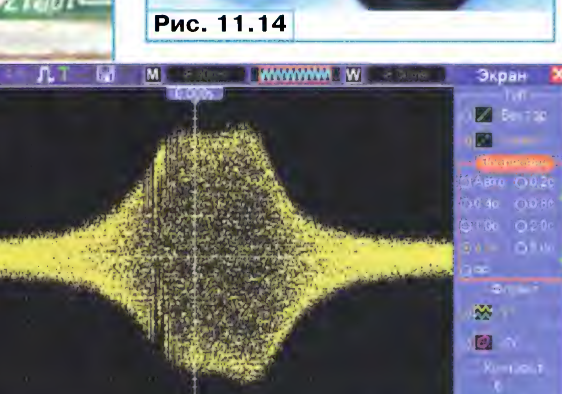


Рис. 11.12


Рис. 11.13

надо уменьшить до 1,8 пФ (**рис. 11.12**). АЧХ (**рис. 11.13**) ещё "поднялась", и отрицательная полуволна сигнала на истоке 10Q1 немного "срезана". Такую ситуацию надо исправлять уменьшением амплитуды сигнала ГКЧ. Нижняя граница (справа) полосы пропускания поднялась, но верхняя граница (слева) не изменилась. Очевидно, имеется ещё один "тормоз" в схеме.

Из рис. 11.11 (ФНЧ с частотой среза 20 МГц перед АЦП осциллографа отключён, чувствительность 50 мВ/дел.) видим, что на истоке 10Q1 напряжение размахом 300 мВ не имеет видимых искажений. Это соответствует напряжению на затворе 1,5 В и свидетельствует о высокой линейности транзисторов УПЧ после нашей доработки, на порядок лучше заводского варианта.

Катушки индуктивности 10Т2, 10Т3 и 10Т4 заводской комплектации не имеют внешнего магнитопровода (**рис. 11.14**), втулка 1 над каркасом у них изготовлена из пластмассы. Металлический экран существенно уменьшает добротность и в итоге резонансное сопротивление контуров останется ниже номинального значения, необходимого для согласования фильтра 55R15. Поэтому центральная частота остаётся заниженной, как бы мы ни старались. Выход из положения — заменить катушки 10Т2 и 10Т3 другими.

На сайте **www.quartz1.com** я нашёл для них подходящую замену (катушка индуктивности, код Q-3990). Эта катушка индуктивности имеет ферритовую втулку-магнитопровод 2.

По ходу работ я нашёл простой метод выпаять катушки 10Т2 и 10Т3 из платы № 10. Оказалось, что в отверстия они вставлены свободно. Тяжёлый зажим или пинцет с фиксацией я закрепляю на корпусе катушки, поворачиваю плату катушкой вниз и разогреваю её выводы с добавлением припоя. Через три секунды катушка под грузом пинцета выпадает.

У заводского трансформатора 10Т2 (**рис. 11.15**) первичная обмотка — 6+6 витков, вторичная — 7 витков (индуктивность 0,55 мкГн), поэтому выходные




Рис. 11.14

параметры транзисторов существенно влияют на АЧХ кварцевого фильтра. Кроме того, первичная обмотка выполнена неудачно — в двух секциях каркаса, от асимметрии конструкции снижается эффективность компенсации сигнала гетеродина в тракте первой ПЧ.

Новую первичную обмотку (5+5 витков) наматывают проводом ПЭВ 0,07 мм (в оригинале был провод диаметром 0,1 мм) в одной секции каркаса, выбираем третью сверху, что обеспечит лучшую симметрию. Вторичная обмотка (восемь витков такого же провода) намотана в двух верхних секциях (по четыре витка) для снижения паразитной ёмкости. В средней секции каркаса размещают "холодную" половину вторичной обмотки (соединённую с общим проводом) для снижения ёмкостной связи с первичной обмотки. Надо соблюдать фазировку обмоток. Для справки — на **рис. 11.16** показаны провода вторичной обмотки, подключённые к выводам "крест-накрест".

Новая катушка индуктивности 10Т2 в сочетании с транзисторами смесителя также требует установки конденсатора ёмкостью 4,7 пФ (на место 10С15), это при том, что его контурная индуктивность увеличилась на 30 %, значит, мы "отцепили" транзисторы от кварцевого фильтра. Теперь выходное сопротивление транзисторов смесителя передаётся в 2,56 раза (было 1,36) и вход кварцевого фильтра нагружен в начале процесса налаживания импедансом более 3 кОм. Подборкой резистора R1 (около 10 кОм) доведём импеданс до номинального значения — 2...2,2 кОм. Заменим заводскую катушку индуктивности 10Т3 новой (Q-3990 без доработки), и подборкой резистора R2 подстроим фильтр до "правильной" центральной частоты.

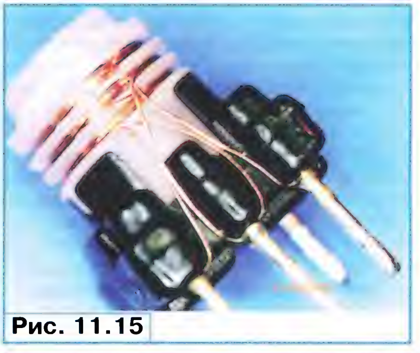

Рис. 11.15


Рис. 11.16

При настройке АЧХ заметим сниженный уровень сигнала первого гетеродина, как результат лучшей симметрии катушки 10Т2. Подстроечником катушки индуктивности 10Т3 настроим АЧХ, можно "тянуть" ровную вершину до "колена" на частоте 55852 кГц. На **рис. 11.17** на ***3-й с. обложки*** показана АЧХ, снятая на выходе катушки 10Т4 в варианте без буферного усилителя. Центральная частота АЧХ — 55846 кГц, тут я чуть перестарался с регулировкой, но уменьшением резисторов это можно скорректировать.

Обязательно надо проверять наличие паразитных резонансов в диапазоне +160...195 кГц от центральной частоты. Для этого у ГКЧ надо изменить диапазон перестройки, например, сделать разрешение 16 кГц/дел. или просто увеличить частоту приёма на 177 кГц (**рис. 11.18** на ***3-й с. обложки***).

Кто однозначно планирует на будущее приём только на АМ и SSB-станций, может в первую секцию установить фильтр 55R08. Тогда катушки 10Т2 и 10Т3 менять не надо. С помощью резисторов R1 и R2 надо настроить АЧХ на центральную частоту 55844,5 кГц, иначе все ранее проведённые доработки в тракте второй ПЧ теряют смысл!

Налаживание второй секции фильтра

Обязательное условие проведения этой процедуры — доработанная первая секция с ровной вершиной. Для измерения АЧХ второй секции осциллограф подключают к выходу второго смесителя, как сказано ранее. Все АЧХ в этом разделе сняты сквозь АЧХ первой секции.

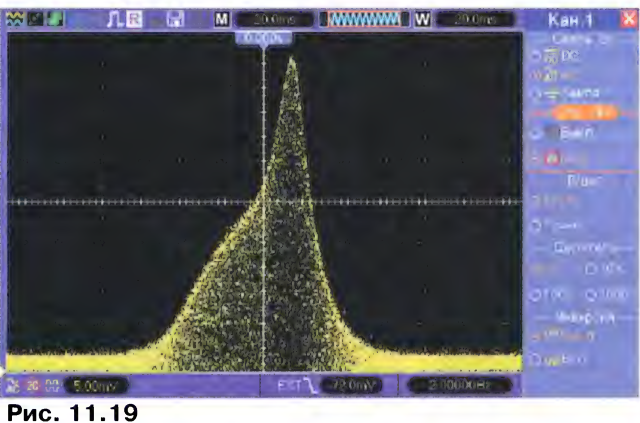


Рис. 11.19

больше оптимального сопротивления нагрузки (2,7 кОм), и в результате получаем пик АЧХ на частоте 55852 кГц (левый). А на частоте 55839 кГц пик (правый) обусловлен низким выходным сопротивлением буферного усилителя.

Для исправления этой ситуации на входе микросхемы TA2057 надо сначала существенно уменьшить сопротивление. Этого можно достичь установкой LC-контура с меньшим отношением L/C. Для этого устанавливают катушку L6 индуктивностью 0,47 мкГн типоразмера 0805 с каркасом из белой керамики и подстроечный конденсатор C3 (**рис. 11.21**). Входная ёмкость микросхемы TA2057 также участвует в этом контуре и установленная ёмкость подстроечного конденсатора — около 12 пФ. Результирующее сопротивление на резонансной частоте должно быть около 2 кОм. Поэтому индуктивность должна быть качественной, например, катушки для поверхностного монтажа с чёрным ферритовым каркасом непригодны. Эти работы проводим осторожно, поскольку на кварцевый фильтр и его корпус поступает постоянное напряжение 1,95 В с вывода 22 микросхемы TA2057. Этот внутренний источник напряжения не защищён от долговременного короткого замыкания на общий провод!



Согласование с буферным усилителем

Для согласования фильтра 1X3 с буферным усилителем идеально было бы установить экранированный согласующий LC-контур (с обмотками $n_1 = 2$, $n_2 = 10$ витков) рядом с кварцевым фильтром и подать сигнал с платы № 10 на плату № 1 с помощью коаксиального кабеля. Но на плате № 1 для этого места мало. Но можно в конце неэкранированной линии от платы № 10 к фильтру 1X3 установить согласующую цепь в виде π-контура (**рис. 11.22**). Со стороны буферного усилителя устанавливают резистор R6 (типоразмер 0805). Его удобнее всего разместить на плате № 1 со стороны установки выводных компонентов (и блока № 10) над разрезом в печатном проводнике. С помощью π-контура обеспечим оптимальное сопротивление для кварцевого фильтра (2,2 кОм). Выводной дроссель L5 (1 мкГн), без учёта его паразитной ёмкости (2 пФ) требует конденсатора ёмкостью 9 пФ для получения резонанса на частоте 56 МГц. При согласовании ёмкости конденсаторов обратно пропорциональны к сопротивлениям. Нам потребуется коэффициент трансформации 2 кОм/430 Ом = 4,56, поэтому с запасом выбираем C1 = 56 пФ. Подстроечным конденсатором C2 (расчётная ёмкость 10,7 пФ) настроим АЧХ по критериям ровной вершины и максимальной амплитуды. С такими конденсаторами коэффициент трансформации должен быть 5,23, но добротность самого дросселя — около 50, и в результате получим необходимый импеданс (около 2 кОм) у фильтра и коэффициент передачи 13 дБ по напряжению на холостом ходу и 8 дБ при подключённом фильтре.

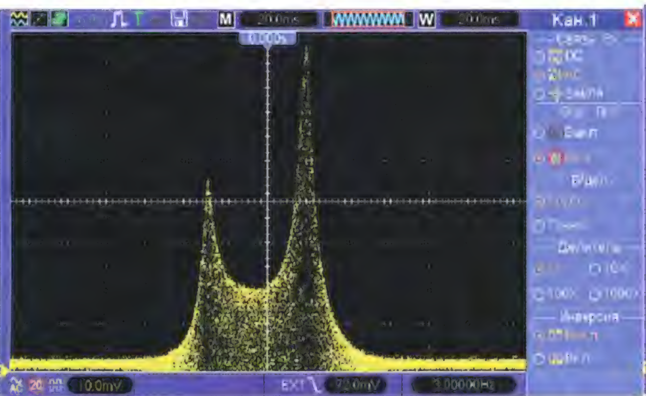


Рис. 11.20

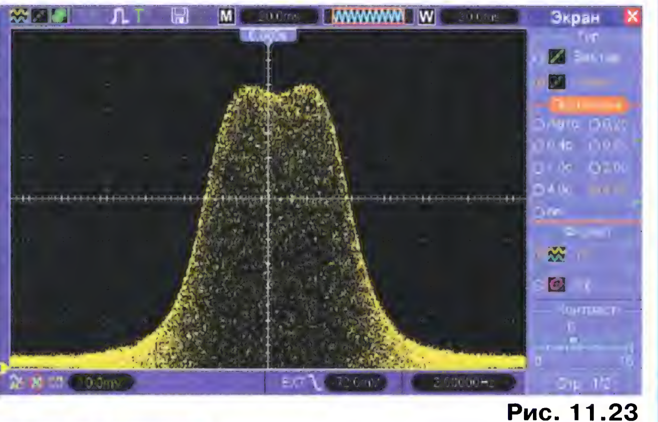


Рис. 11.23

Низкий импеданс (100 Ом) на входе фильтра 1X3 "тянет" первый резонатор на частоту 55836 кГц. Выход фильтра нагружен на сопротивление больше оптимального значения. По этой причине в АЧХ растут острые "рога" (см. рис. 11.3 — голубая кривая). На заводе, видимо, посчитали вполне достаточным получить в области частоты 55845±3 кГц ровный участок АЧХ и игнорировать плохое подавление соседних каналов. Да и подстроечных элементов на плате нет. Суть доработки второго фильтра состоит в том, чтобы дополнить схему согласующими LC-контурами.

Когда мы заменили резистор 1R105 дросселем индуктивностью 1,5 мкГн при проведении "первой помощи", то получили сквозную АЧХ всего приёмника в приемлемом виде. На самом деле мы "сломали пациенту вторую ногу", чтобы он хромал ровно. С учётом налаженной первой секции мы увидим, насколько была искажена АЧХ (**рис. 11.19**).

Если временно параллельно этому дросселю установить подстроечный конденсатор (2...7 пФ) и настроить получившийся контур на частоту первой ПЧ, получим результат (**рис. 11.20**) ещё хуже заводского варианта с резистором 1R105. В этом случае резонансное сопротивление контура намного

Рис. 11.21

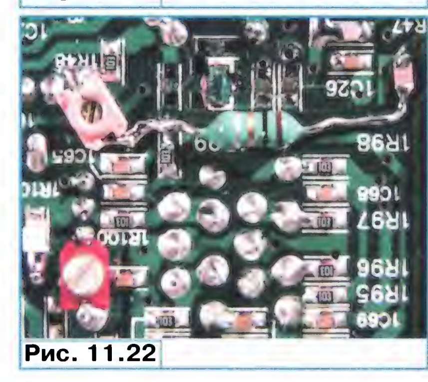


Рис. 11.22

В результате (**рис. 11.23**) и по варианту Б получим АЧХ с центральной частотой 55843,5 кГц, а по варианту В —

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

55844,5 кГц. Оба варианта обеспечивают возможность приёма DRM/SDR станций, если доработать тракт второй ПЧ. Вершина АЧХ без острых пиков характерна при совпадении сопротивлений согласования с обеих сторон и при критической связи, "глубина впадины" составляет всего 0,3 дБ.

Усиление в тракте первой ПЧ

При "оживлении" тракта первой ПЧ его усиление возросло, кроме того, настройка АЧХ также привела к росту коэффициента передачи. В результате коэффициент усиления увеличился на 14...20 дБ (5...10 раз). У владельцев доработанного приёмника могут появиться совершенно разные взгляды на то, хватит ли этого усиления, избыточное ли оно или нет. Расхождение во взглядах обусловлено местом применения приёмника, наличием помех и применяемыми антеннами. Хорошим критерием "правильности" усиления в сочетании с различными антеннами являются показания S-метра. При настройке на "пустой" канал его стрелка должна находиться вблизи нуля (это с налаженной АРУ). Базовый вариант после налаживания АЧХ подходит тем, чей приёмник страдает от городских помех и в основном работает на подоконнике с телескопической антенной, это, наверное, так у большинства читателей. Остальным счастливчикам завидуем и предлагаем варианты оптимизации.

Первый вариант предлагается тем, у кого поблизости нет источников промышленных помех, но и условия для приёма не совсем идеальные. На выходе буферного усилителя меняют местами резисторы R5 и R6, что повысит сопротивление нагрузки каскада на транзисторе 10Q1 и его усиление в 3,3 раза (10 дБ), но не изменит импеданс для налаженного второго фильтра. Обязательно устанавливают дроссель между стоком и линией питания, чтобы на сток поступало напряжение +4 В. Если усиление оказалось завышенным, легко вернуться к базовому варианту. Можно попробовать и промежуточные варианты, изменяя сопротивления резисторов R5 и R6, но при условии R5 + R6 = 430 Ом.

Второй вариант подойдёт тем, кто использует различные антенны, и уровень помех бывает большим. Цель до-

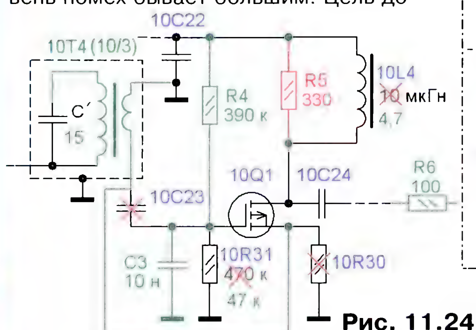


Рис. 11.24

работки — перевод транзистора 10Q1 в режим работы с общим затвором (**рис. 11.24**), что увеличит динамический диапазон всего УПЧ примерно на 6 дБ.

Динамика улучшается потому, что транзистор 10Q9 нагружен меньшим сопротивлением, а транзистор 10Q1 "выдерживает" в два раза бо́льшую амплитуду сигнала. Усиление всего УПЧ останется практически без изменений. Главный узел для доработки — это трансформатор 10T4. Его можно полностью переделать, используя каркас покупной катушки (Q-3990 и обмотки 10:3), а также заменить контурный конденсатор или оставить заводскую контурную обмотку (7 витков) и встроенный конденсатор ёмкостью 27 пФ, и в выходной обмотке оставить два витка, но их вывести " крест-накрест" (как на рис. 11.15). Новую "обвязку" у транзистора 10Q1 установить не трудно. На **рис. 11.25** показан пример с транзистором 2SK544 (подгруппа 6 мА) и резистором сопротивлением 47 кОм между затвором и общим проводом.

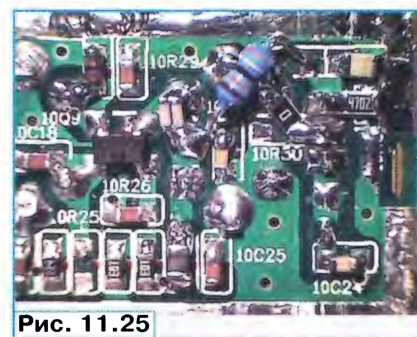


Рис. 11.25

Особенно важно то, что отсутствуют резисторы в цепях истока и стока транзистора 10Q1, поэтому мгновенное значение напряжения $U_{си}$ всегда больше 3 В. В таком виде УПЧ первой ПЧ "переваривает" сигналы до 0,1 В на входе транзистора 10Q9, это ещё без АРУ.

Вариант без буферного усилителя

Я никак не смог успокоиться — неужели в приёмнике нужен "лишний" усилитель на транзисторе 10Q1? Как бы мы ни старались, он всё равно вносит искажения и шум, да и потребляет ток около 6 мА.

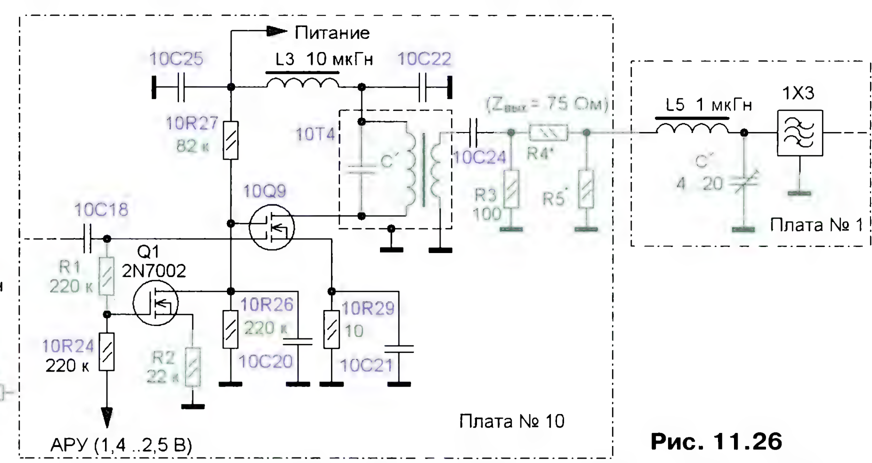


Рис. 11.26

После проведённого анализа был сделан вывод о том, что можно избавиться от буферного усилителя и, кроме того, получить лучший вариант, подходящий для всех условий приёма. Но всё это по порядку, смотрим на **рис. 11.26**.

Причина, почему я не предлагаю этот вариант как единственный, — относительная сложность реализации, так как не всем сложная работа с компонентами для поверхностного монтажа "по пальцам и глазам". Этот вариант также требует заранее успешного выполнения всех доработок по АРУ в тракте первой ПЧ и по АЧХ кварцевых фильтров.

Одно из условий, чтобы транзистор 10Q9 не влиял на АЧХ второго кварцевого фильтра, — это постоянство напряжения $U_{си}$ и его значение, близкое к 4 В во всех режимах. Это достигается соединением истока с общим проводом и применением дросселей в цепи питания. Но чтобы отказаться от буферного усилителя, надо увеличить усиление в каскаде на транзисторе 10Q9. Судя по документации на этот транзистор, при напряжении питания +4 В можно повысить напряжение $U_{з2и}$ до 2,6 В и получить крутизну 20 мА/В. Это в три раза больше, чем в заводском варианте, в два раза лучше нашей доработки по АРУ. Дополнительно при подобном режиме зависимость $S = f(U_{з1и})$ (см. рис. 5. 13) имеет очень широкую пологую вершину. В результате линейность лучше, чем может обеспечить первый смеситель. Кроме того, согласно документации, в таком режиме обеспечивается очень низкий уровень шума. Можно, конечно, дальше повышать напряжение $U_{з2и}$ и ещё улучшать линейность, но ток стока возрастёт чрезмерно.

Всё было бы хорошо, если бы потом тракт второй ПЧ на микросхеме TA2057 не всё портил, поэтому каскад на транзисторе 10Q9 ещё должен обеспечить диапазон регулировки усиления не менее 30 дБ. И тут увидим, что с заземлённым истоком и растущим напряжением $U_{з1и}$ при $U_{з2и}$ = 2,6 В можно в лучшем случае уменьшить усиление (крутизну) в пять раз (14 дБ). Мало того, внутри самого транзистора 10Q9 "верхняя" часть полностью открыта при росте сигнала АРУ, а "нижняя" часть переходит в резистивный режим. При этом резко падает выходное сопротивление транзистора, что означает искажение ранее налаженной АЧХ. Эти две проблемы решаются тем, что мы ещё в середине диапазона действия АРУ задействуем второй затвор транзистора 10Q9 и этим закрываем "верхнюю" его часть, переведя её в активный режим с высоким выходным сопротивлением.

Эту ответственную задачу мы возлагаем на "старого знакомого" — транзистор Q1 (2N7002). Когда сигнала нет и АРУ ещё не срабатывало, на первом затворе — постоянное напряжение 1,4 В для максимального усиления, транзистор Q1 закрыт. Примерно при $U_{АРУ}$ = 1,7 В

начинает открываться транзистор Q1, но резистор сопротивлением 22 кОм в цепи истока уменьшает его усиление ($K_у$ = 4). На втором затворе транзистора 10Q9 напряжение плавно уменьшается до 0,8 В. Глубина АРУ ограничена паразитными ёмкостями конструкции. Во всём диапазоне действия АРУ транзистор 10Q9 остаётся в активном режиме (горизонтальная часть выходной ВАХ) и отсутствуют искажения АЧХ кварцевых фильтров.

Этот вариант требует аккуратной переделки катушки 10Т4, рекомендую применить изделие Q-3990 с обмотками 10:3. Выходную обмотку надо сделать из трёх полных витков и вести провода к выводам "крест-накрест", иначе резко падает эффективность связи (см. рис. 11.15). В верхней части каркаса разместится контурная обмотка в двух секциях по пять витков. Выход нагружаем резистором 100 Ом, что создаёт для транзистора 10Q9 суммарную нагрузку 1 кОм и усиление 26 дБ (на стоке). Выходное сопротивление каскада — около 75 Ом. Ввиду низкого выходного импеданса можно применить Г-образное согласующее звено. У кого есть хорошие антенны, может на выходе ко второму кварцевому фильтру поставить аттенюатор (на место удалённого транзистора 10Q1) и тем самым не только оптимизировать усиление, а ещё улучшить линейность тракта первой ПЧ за счёт постоянной широкополосной нагрузки. Аттенюатор должен иметь сопротивление 100 Ом в сторону транзистора 10Q9 и 75 Ом к фильтру 1Х3. От прямого заземления истока я отказался, установив резистор 10R29 = 10 Ом, на котором можно измерить напряжение и затем рассчитать ток стока, режим работы и наличие паразитного самовозбуждения на СВЧ. Без конденсатора 10С21 этот резистор уменьшал бы усиление на 20 %. После такой доработки я заметил, что приёмник перестал "подслушивать" мощные станции, отстоящие по частоте на ±10 кГц от "пустого" канала. При максимальном усилении ток стока — около 12 мА и уменьшается постепенно до 5 мА при глубоком действии АРУ.

Все работы (**рис. 11.27**) разделены на этапы с промежуточными проверками:

— удаляют все элементы буферного усилителя, кроме конденсатора 10С24;

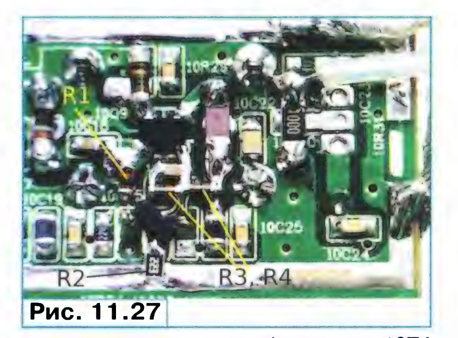


Рис. 11.27

— выпаивают трансформатор 10Т4 (старый припой удаляют, наносят новый, более легкоплавкий, разогревают паяльником выводы и одним движением удаляют с платы). При этом придётся "пожертвовать" конденсатором 10С22, позднее установить новый;

— проверяют обмотки заводского трансформатора 10Т4 (обмотка 7 витков), выходную наматывают заново двумя полными витками "крест-накрест" (см. рис. 11.16); можно применить катушку индуктивности Q-3990 с обмотками 10:3 и установить конденсатор С′ = 15 пФ;

— монтируют трансформатор 10Т4 на место, нагружают его выход резистором 100 Ом и подключают его ко второму кварцевому фильтру. Удаляют конденсатор С1, и резистор R6 заменяют на перемычку. Проверяют приёмник и настраивают катушку 10Т4 по максимуму амплитуды, а подстроечным конденсатором у фильтра 1Х3 корректируют форму АЧХ. При этом остальные цепи согласования трогать не надо;

— устанавливают резистор сопротивлением 10 Ом (10R29) в цепь истока транзистора 10Q9;

— переносят резистивный делитель напряжения (10R26 и 10R27) ближе к транзистору 10Q9, чистят освободившиеся контактные площадки, проверяют напряжение (0,12 В на истоке и 2,7 В на втором затворе);

— устанавливают подстроечный резистор 1VR5 (AGC) в положение максимального усиления при выключенном регуляторе RF GAIN (примерно 1,4 В на первом затворе транзистора 10Q9);

— проверяют приёмник и сквозную АЧХ. Можно заметить небольшие искажения АЧХ до 1 дБ при работе АРУ. Это обусловлено изменением входной ёмкости транзистора 10Q9. Резистором 1VR5 устанавливают напряжение на первом затворе транзистора 10Q9 для усиления на 5 % меньше возможного максимума, и этот эффект не проявится;

— при необходимости подбирают резисторы 4R1 и 4R4 на плате № 4 для удобной работы регулятора RF GAIN, у меня получились одинаковые по 1,5 кОм для сигнала 1,4...2,8 В, усиление при этом регулируется на 36 дБ;

— подготавливают площадки для установки R1 над разрезом в печатном проводнике и припаивают его;

— припаивают затвор транзистора Q1 и корректируют его положение на плате;

— подготавливают контактные площадки для резистора R2 и припаивают его к истоку транзистора Q1, затем припаивают и сток;

— припаивают R2 к общему проводу, предварительно в металлическом экране делают для него вырез высотой 1 мм;

— проверяют приёмник по усилению и действию АРУ, а также работу регулятора RF GAIN (более 30 дБ).

Доработка входного усилителя в микросхеме TA2057

После налаживания АЧХ кварцевых фильтров "всплывёт" ещё один момент — плохие параметры микросхемы TA2057 на частотах более 20 МГц. Вы, наверное, смогли заметить, что обеспечивая прекрасный приём мощных сигналов, приёмник стал "глухим" для слабых. Исчез его собственный шум.

Что же изменилось? На входе микросхемы TA2057 появился резонансный контур и сопротивление увеличилось. Ранее мы установили амплитуду второго гетеродина, и сейчас на выводе 4 присутствует его сигнал размахом 600...800 мВ. А внутри корпуса микросхемы TA2057 проходит линия связи от вывода 1 рядом с линией связи от вывода 4 и "перехватывает" сигнал от гетеродина. Вспомним, что на выводе 1 достаточно сигнала размахом ±10 мВ для выхода усилителя за пределами линейного участка. Не зря в технической документации на эту микросхему на выводе 1 рекомендуется установка резистора 75 Ом, с которым наводки останутся на безопасном уровне. Уменьшить импеданс на выводе 1 не можем — "испортим" АЧХ. Уменьшить сигнал гетеродина также не можем — потеряем и так не высокую чувствительность TA2057. Выручит наш доработанный контур согласования на выводе 4 (см. рис. 9.10 и рис. 9.15). В обоих вариантах со стороны гетеродина "до катушки" имеется



Рис. 11.28

сигнал, который сдвинут на 180°, и его можно подать на вывод 1 и получить их взаимную компенсацию. Для этого используем изолированный провод длиной 20 мм, который припаиваем к самой "горячей" точке согласующего контура. Для этого провода подбираем положение (**рис. 11.28**), при котором приёмник снова начинает "свободно шуметь" и фиксируем провод лаком. Этот провод практически не влияет на согласование гетеродина и смесителя. Если не хватает амплитуды у вывода 1, применяют провод с более тонкой изоляцией. Особенно чувствительное место для компенсации — это катушка индуктивности у вывода 1 микросхемы.

Балансировка первого смесителя или "клин клином вышибают"

После настройки тракта первой ПЧ заметно улучшилось качество приёма в диапазонах КВ и СВ, но в диапазоне ДВ остались участки, на которых приём явно заглушен. Причина — прохождение сигнала первого гетеродина через смеситель (из-за недостаточной балансировки) и далее через весь тракт первой ПЧ, что приводит к "забитию" входного усилителя в микросхеме TA2057. В заводском приёмнике это было не так заметно из-за расстроенных усилителей и фильтров.

Причиной недостаточной балансировки смесителя могут быть два основ-

(Окончание см. на с.38)

Измеритель ёмкости аккумуляторных батарей

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

Это устройство предназначено для измерения ёмкости аккумуляторов и их батарей напряжением в заряженном состоянии 1...25 В при разрядном токе 0,1...10 А. Оно отличается от разработанных автором ранее [1, 2] более точным измерением ёмкости за счёт того, что в процессе разрядки контролируется и учитывается текущее значение разрядного тока. Измеряемая ёмкость может находиться в пределах от 0,001 до 65,536 А·ч.

Схема измерителя показана на **рисунке**. К нему подключают заряженный аккумулятор (батарею), ёмкость которого предстоит определить. Напряжение и разрядный ток аккумулятора измеряет АЦП микроконтроллера DD1. Значения этих величин отображаются в разрядах 8—10 (крайних правых) ЖКИ HG1 и сопровождаются буквами U для напряжения или I для тока в разряде 7 индикатора. Переключение отображаемой величины выполняют нажатием и удержанием кнопки SB1.

Процесс измерения ёмкости аккумулятора запускают нажатием на кнопку SB2 длительностью не менее 0,5 с. Если в этот момент напряжение аккумулятора больше 0,8 В, программа микроконтроллера устанавливает на его выводе 11 (PA7) высокий логический уровень напряжения. Это открывает ключ на полевом транзисторе VT1, подключающий к проверяемому аккумулятору нагрузочный резистор R1. Резистор R6 — датчик разрядного тока.

При начальном напряжении аккумулятора менее 0,8 В на выводе PA7 будет установлен низкий логический уровень и транзистор VT1 не откроется. Сигнализируя об этом, светодиод HL1 станет мигать с частотой 2 Гц. В разрядах 7—10 индикатора будет выведена надпись "Err2".

В случае, если напряжение более 0,8 В, но измеренный ток разрядки превышает 10 А, транзистор VT1 будет закрыт. Светодиод начнёт мигать с частотой 8 Гц, а на индикаторе появится надпись "Err1". Как при слишком низком напряжении аккумулятора, так и при слишком большом разрядном токе измерение ёмкости аккумулятора выполняться не станет.

О нормально идущем процессе измерения ёмкости свидетельствует мигание светодиода HL1 с частотой 0,5 Гц. При этом текущее количество электричества, отданное аккумулятором в нагрузку, отображается в разрядах 1—5 индикатора (крайних левых) в ампер-часах с тремя десятичными знаками после запятой. Незначащий ноль в разряде десятков ампер-часов программно гасится.

Сигналом завершения процесса измерения служит непрерывное свечение светодиода. По его окончании транзистор VT1 закрывается, а выведенное на индикатор отданное аккумулятором количество электричества (его ёмкость) сохранится на нём до выключения питания.

Алгоритм измерения следующий. При нажатии на кнопку SB2 к аккумулятору подключается нагрузка, измеряется напряжение на ней, вычисляется напряжение, до которого нужно разрядить аккумулятор (оно меньше начального на 25 %), и измеряется ток разрядки по падению напряжения на резисторе R6. Если ток не превышает 10 А, то каждые 36 с (0,01 часа) выведенное на индикатор значение отданного количества электричества увеличивается на 1/100 текущего значения разрядного тока.

Разрядный ток зависит от сопротивления нагрузочного резистора R1. Номинал и мощность этого резистора выбирают в зависимости от типа проверяемого аккумулятора или их батареи. Для плавной регулировки тока здесь можно применить реостат. Максимальное падение напряжения на датчике тока не превышает 100 мВ.

Налаживание устройства сводится к калибровке его измерителей тока и напряжения по образцовым приборам. Сначала подборкой резистора R2 устанавливают на индикаторе HG1 значение, равное показанию образцового вольтметра. Затем, замкнув контакты кнопки SB1, подборкой резистора R6 устанавливают измеренное значение тока по образцовому амперметру.

Программа микроконтроллера написана на языке ассемблера в среде разработки AVR Studio 4.19. Младший байт конфигурации микроконтроллера должен быть запрограммирован равным 0xEE, старший байт — 0x17.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Озолин М.** Измеритель ёмкости аккумуляторов на микроконтроллере. — Радио, 2009, № 3, с. 28, 29.

2. **Озолин М.** Цифровой измеритель ёмкости и внутреннего сопротивления аккумулятора. — Радио, 2012, № 3, с. 20.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/07/ak2015.zip** на нашем FTP-сервере.*

РАДИО®
ИЗМЕРЕНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

Система синхронизации микроконтроллера ATxmega и её настройка средствами BASCOM AVR

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Продолжаем знакомить читателей с основными элементами архитектуры микроконтроллеров семейства ATxmega.

Система синхронизации микроконтроллеров этого семейства имеет ряд существенных отличий от аналогичной системы восьмиразрядных микроконтроллеров AVR предыдущих поколений. Основные из них — большое число разновидностей синхрогенераторов, возможность умножения частоты сигналов этих генераторов, встроенный контроль наличия синхросигналов и автозамена неисправного генератора другим, возможность управления системой синхронизации из программы пользователя.

Рис. 1

Имеются четыре не требующих никаких внешних элементов внутренних RC-генератора на частоты 2 МГц, 32 МГц, 32768 Гц (высокоточный) и 32 кГц (сверхмаломощный). Первые три генератора откалиброваны в процессе производства с точностью ±1 % (при напряжении питания 3 В и температуре окружающей среды +25 °С). Точность установки частоты последнего генератора — ±30 %.

Ещё два генератора требуют для своей работы подключения внешних кварцевых или керамических резонаторов, задающих и стабилизирующих частоту. Один из них может работать с резонаторами частотой от 0,4 до 16 МГц, второй — с "часовым" кварцевым резонатором частотой 32768 Гц. Схемы подключения резонаторов показаны на **рис. 1**,а и рис. 1,б.

Кроме того, микроконтроллер может синхронизироваться от внешнего генератора, сигнал которого подают на вывод XTAL1, как показано на рис. 1,в. В этом случае вывод XTAL2 можно использовать как линию порта ввода—вывода общего назначения.

Стабильность и точность установки частоты у RC-генераторов на 2 и 32 МГц невелики, поэтому предусмотрена их цифровая АПЧ (DFLL — Digital Frequency Locked Loop) для стабилизации частоты. Образцовым для DFLL может служить сигнал частотой 32768 Гц либо от внутреннего RC-генератора, либо от генератора, стабилизированного кварцем на эту частоту.

Рис. 2

Принципиально новый узел системы синхронизации семейства микроконтроллеров ATxmega — блок умножения частоты с ФАПЧ (PLL — Phase Locked Loop), предназначенный для получения частоты системной синхронизации, превышающей частоту используемого генератора (**рис. 2**). Коэффициент умножения частоты может находиться в пределах 2—31. Однако частота сигнала на выходе блока PLL не может быть менее 10 и более 200 МГц.

Управляют работой блока PLL путём записи информации об используемом источнике сигнала и требуемом коэффициенте умножения частоты в регистр PLLCTRL. После того как петля ФАПЧ войдёт в режим захвата, в четвёртый разряд регистра STATUS будет занесён признак готовности блока PLL. С этого момента выходной сигнал блока может использоваться системой синхронизации микроконтроллера.

Блок-схема формирования сигналов системной синхронизации показана на **рис. 3**. С помощью мультиплексора выбирают источник сигнала системной синхронизации CLK_{SYS}. Три предварительных делителя частоты (А, В. С) формируют четыре синхропоследовательности:

— CLK_{CPU}, обеспечивающая синхронизацию работы процессора микроконтроллера и энергонезависимой памяти (EEPROM);

— CLK_{PER}, обеспечивающая синхронизацию работы ОЗУ и большинства периферийных устройств. Сигнал CLK_{PER} синхронен с сигналом CLK_{CPU}, однако может оставаться активным при отключении последнего;

— CLK_{PER2} и CLK_{PER4} — синхропоследовательности с частотой следования импульсов соответственно в два и четыре раза выше, чем в последовательности CLK_{PER}, используемые для синхронизации некоторых узлов микроконтроллера, требующих такой частоты син-

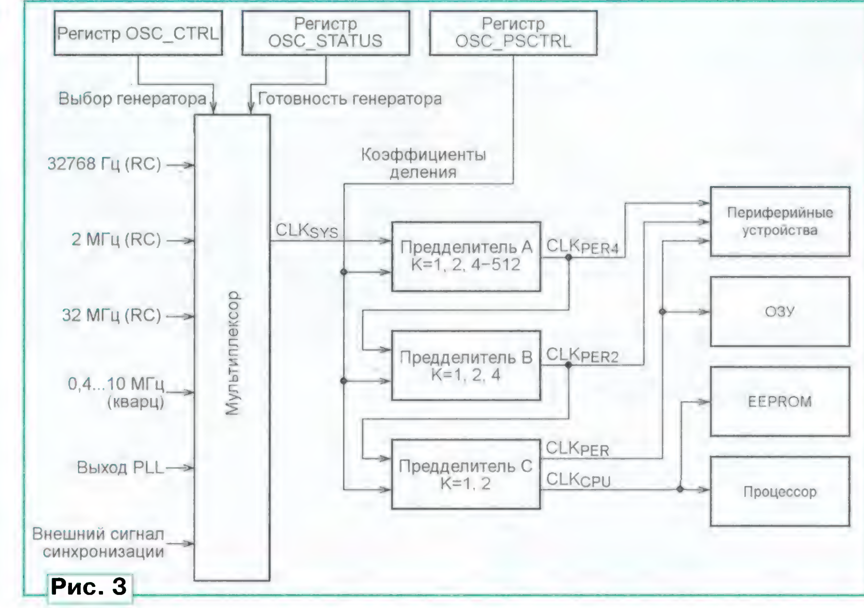


Рис. 3

хронизации (к ним относится, например, блок улучшения разрешающей способности).

Управление работой всех узлов блока синхронизации производится программно путём записи кодов в соответствующие регистры.

Сигналы двух генераторов (кварцевый частотой 32,768 кГц и RC-генератор на 32 кГц) для формирования сигналов системной синхронизации не используются. Они образуют так называемый асинхронный домен синхронизации, формирующий синхросигналы для узлов микроконтроллера, работа которых не требует привязки к частоте и фазе сигналов системной синхронизации микроконтроллера. Это сторожевой таймер, супервизор питания, счётчик реального времени (RTC — Real Time Counter).

Несмотря на наличие нескольких генераторов, сигналы которых могут использоваться для системной синхронизации микроконтроллера, основным всё же следует считать кварцевый генератор частотой 0,4...16 МГц, точность установки которой и её стабильность наиболее полно удовлетворяют требованиям большинства применений микроконтроллера. Однако этот генератор наименее надёжен, так как для его работы необходимы внешние по отношению к микроконтроллеру элементы — резонатор, конденсаторы, печатные проводники платы и паяные соединения. С учётом этого в микроконтроллере предусмотрен узел обнаружения отказа этого генератора.

Узел постоянно контролирует наличие импульсов на выходе генератора и при их исчезновении формирует сигнал неисправности. Этот же узел позволяет следить за синхроимпульсами и от внешнего источника сигнала синхронизации. В случае обнаружения отказа генератора микроконтроллер выполняет следующее:

— переключает систему синхронизации на работу от RC-генератора частотой 2 МГц независимо от заданных в программе режимов;

— запрещает работу всех остальных источников системной синхронизации, занося соответствующий код в регистр управления генераторами;

— устанавливает флаг запроса прерывания по обнаружению отказа источника синхронизации;

— генерирует немаскируемое прерывание.

Дальнейшие действия по восстановлению требуемой частоты системной синхронизации должны выполняться подпрограммой обслуживания этого прерывания, разработанной пользователем.

Организация защиты системы синхронизации от несанкционированного вмешательства

Как уже отмечалось, одна из особенностей микроконтроллеров семейства ATxmega — настройка системы синхронизации программой пользователя, а не путём программирования разрядов конфигурации. Это обеспечивает большую гибкость использования микроконтроллера, предоставляя возможность смены частоты и источников системной синхронизации "на лету". Однако программный доступ к системе синхронизации порождает опасность несанкционированного вмешательства в её работу, например, при искажениях программного кода в результате сбоев. Это может привести к нарушению функционирования микроконтроллера.

Для минимизации вероятности таких нарушений применяется специальная процедура записи информации в регистры системы синхронизации, содержимое которых может радикально влиять на её работу (так называемые защищённые регистры). Суть этой процедуры состоит в том, что перед записью в защищённый регистр следует выполнить запись в соответствующий разряд специального регистра защиты от изменения конфигурации. После этого на короткое время (четыре командных цикла) требуемый защищённый регистр становится доступным центральному процессору для записи. Попытки записи по каналам ПДП игнорируются. После выполнения записи или по истечении четырёх командных циклов возможность записи блокируется.

Примеры настройки системы синхронизации в программе пользователя (BASCOM AVR)

Прежде чем рассматривать конкретные примеры, сделаем два замечания:

1. Следует иметь в виду, что при включении или перезапуске микроконтроллера принудительно включается RC-генератор частотой 2 МГц, а работа остальных генераторов, блоков DFLL, PLL, узла обнаружения отказа кварцевого генератора запрещается. Поэтому старт микроконтроллера в любом случае происходит при частоте системной синхронизации 2 МГц, после чего программа пользователя должна выбрать нужные ей источник (генератор) и частоту системной синхронизации, а при необходимости разрешить работу блока DFLL и узла обнаружения отказа кварцевого генератора.

2. Известно, что в BASCOM AVR настройку узлов микроконтроллера можно выполнять как с помощью специальных директив конфигурирования, так и путём непосредственной записи требуемых кодов в регистры нужного узла. При этом второй путь считается более целесообразным для частичной перенастройки узла.

Однако при настройке системы синхронизации второй путь приемлем далеко не всегда. Дело в том, что основные регистры этой системы относятся к категории защищённых. Для выполнения записи в них требуется соблюдать специальный протокол, описанный выше. С учётом его строгих временных ограничений гарантированное выполнение прямой записи в защищённые регистры средствами BASCOM AVR не представляется возможным. Поэтому при настройке системы синхронизации настоятельно рекомендуется использовать директивы конфигурации.

Ниже приведена структура только нескольких регистров системы синхронизации — регистра статуса генераторов, чтение содержимого которого может быть использовано в программе для оценки их состояния, и регистров управления блоками DFLL и PLL, запись информации в которые на уровне директив не предусмотрена.

OSC_STATUS —
регистр статуса генераторов

Разряды 5—7 этого регистра не используются. В разрядах 0—4 находятся флаги готовности генераторов к работе в качестве источников системной синхронизации. Установленный флаг означает, что колебания генератора установились (для блока PLL — произошёл захват частоты системой ФАПЧ).

PLLRDY (разряд 4) — готовность блока PLL.

XOSCRDY (разряд 3) — готовность внешнего источника сигнала синхронизации.

RC32KRDY (разряд 2) — готовность внутреннего генератора частотой 32768 Гц.

RC32MRDY (разряд 1) — готовность внутреннего генератора частотой 32 МГц.

RC2M (разряд 0) — готовность внутреннего генератора частотой 2 МГц.

OSC_PLLCTRL —
регистр управления блоком PLL

PLLSRC[1:0] (разряды 7, 6) — код в этом поле задаёт источник входного сигнала для блока PLL:

00 — RC-генератор частотой 2 МГц;
01 — резерв;
10 — RC-генератор частотой 32 МГц;
11 — кварцевый генератор частотой 0,4...16 МГц или внешний сигнал синхронизации.

Разряд 5 регистра не используется.

PLLFAC[4:0] (разряды 4—0) — коэффициент умножения частоты блоком PLL (допустимые значения 1—31).

OSC_DFLLCTRL —
регистр выбора образцового сигнала для блока цифровой АПЧ

Разряды 7—2 не используются, их значения читаются как нулевые.

TOSC RC2M (разряд 1) — нулевое значение этого разряда означает, что образцовым сигналом для системы ЦАПЧ RC-генератора 2 МГц будет сигнал прецизионного RC-генератора частотой 32,768 кГц, в противном случае — сигнал кварцевого ("часового") генератора той же частоты.

TOSC RC32M (разряд 0) — аналогично предыдущему, но для генератора частотой 32 МГц.

По умолчанию в этих разрядах записаны нули.

DFLLRC32M_CTRL, DFLLRC2M_CTRL —
регистры управления работой ЦАПЧ

Разряды 7—1 этих регистров не используются.

ENABLE (разряд 0) — запись единицы в этот разряд разрешает стабилизацию частоты соответствующего RC-генератора (32 МГц или 2 МГц) с помощью ЦАПЧ. По умолчанию системы ЦАПЧ обоих генераторов выключены. Прежде чем разрешить работу ЦАПЧ, необходимо занести нужное значение в регистр OSC_DFLLCTRL, так как после запуска ЦАПЧ изменять источник образцового сигнала невозможно.

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

В системе программирования BASCOM AVR имеются две директивы, посредством которых осуществляется настройка системной синхронизации микроконтроллера: Config Osc и Config Sysclock.

Первая предназначена для управления работой источников системной синхронизации — включения необходимых генераторов (отключения неиспользуемых) и задания некоторых особенностей их работы.

Вторая указывает, какой из источников будет использован для формирования сигнала системной синхронизации (CLK_{SYS}) и задаёт коэффициенты деления предделителей A, B и C (см. рис. 3).

Полное описание директив приведено в разделе "Помощь" системы разработки программ BASCOM AVR.

Необходимо иметь в виду, что прежде чем использовать генератор в качестве источника системной синхронизации, его надо включить, поэтому первой должна быть выполнена директива Config Osc, а за ней Config Sysclock. При старте микроконтроллера в нём принудительно включается RC-генератор частотой 2 МГц, остальные выключены, поэтому в директиве Config Osc нет необходимости перечислять все генераторы, достаточно только включить нужные.

Перейдём к конкретным примерам.

1. Работа всех узлов микроконтроллера на частоте 2 МГц от внутреннего RC-генератора реализуется так:

```
Config Sysclock=2mhz,◇
Prescalea=1,◇
Prescalebc=1_1
```

Знак ◇ здесь и далее указывает, что программная строка продолжается в следующей и их следует вводить в компьютер одной строкой без этих знаков.

А где же директива Config Osc? Ведь как сказано выше, она должна предшествовать директиве Config Sysclock. Дело в том, что при использовании только RC-генератора частотой 2 МГц эту директиву можно опустить, так как этот генератор запускается автоматически в ходе процедуры старта микроконтроллера.

2. Работа всех элементов микроконтроллера на частоте 32 МГц от внутреннего RC-генератора (типовой режим использования микроконтроллера в программах, не требующих высокой стабильности частоты синхронизации):

```
Config Osc=Disabled,◇
32mhzosc=Enabled
Config Sysclock=32mhz,◇
Prescalea=1,◇
Prescalebc=1_1
```

Здесь директива Config Osc запрещает работу RC-генератора частотой 2 МГц (поскольку он не используется, с целью снижения энергопотребления его целесообразно отключить) и включает RC-генератор частотой 32 МГц.

3. Работа всех элементов микроконтроллера на частоте 32 МГц от внутреннего RC-генератора с включённой ЦАПЧ. Образцовым для ЦАПЧ будет сигнал RC-генератора частотой 32,768 Гц:

```
Config Osc=Disabled,◇
32mhzosc=Enabled,◇
32khzosc = Enabled
Bitwait OSC_STATUS.2, set
DFLLRC32M_CTRL=&B00000001
Config Sysclock=32mhz,◇
Prescalea=1,◇
Prescalebc = 1_1
```

Здесь в теле директивы Config Osc дополнительно включается RC-генератор частотой 32768 Гц, который будет служить источником образцового сигнала для ЦАПЧ. После этого целесообразно дождаться стабилизации сигнала образцового генератора (появления соответствующего флага в регистре OSC_STATUS), а затем включить ЦАПЧ, записав разрешающее значение в регистр DFLLRC32M_CTRL. В заключение выполняется директива Config Sysclock.

Остаётся добавить, что включать и выключать ЦАПЧ можно в любом месте программы, однако более логичен именно приведённый в рассмотренном примере вариант.

4. Работа всех элементов микроконтроллера на частоте 40 МГц. Источник сигнала системной синхронизации — блок PLL, образцовым для которого служит сигнал кварцевого генератора с резонатором на 4 МГц.

Процедура назначения блока PLL источником системной синхронизации состоит из следующих шагов:

— разрешение работы генератора, сигнал которого будет использован как образцовый для блока PLL;

— разрешение работы блока PLL;

— установка в регистре OSC_PLLCTRL источника образцового сигнала и коэффициента умножения частоты;

— ожидание готовности блока PLL;

— разрешение использования выходного сигнала блока PLL в качестве сигнала системной синхронизации.

Реализация этой процедуры представлена ниже:

```
Config Osc=Disabled,◇
Pllosc=Enabled,◇
Extosc=Enabled,◇
Range=2mhz_9mhz,◇
Startup=Xtal_1kclk
Osc_pllctrl=&B11001010
Bitwait Osc_status.4 , Set
Config Sysclock = Pll,◇
Prescalea=1,◇
Prescalebc = 1_1
```

В этом примере частота системной синхронизации установлена выше предельно допустимой и работоспособность микроконтроллера не гарантируется. Пример лишь показывает технические возможности блока PLL.

Реализация программных часов в программах пользователя

Наличие в составе асинхронного домена синхронизации "часового" (32,768 кГц) генератора и счётчика реального времени позволяет вести отсчёт временных интервалов. Средствами BASCOM AVR можно реализовать полноценные часы реального времени, работающие в фоновом режиме. Реализуется это с помощью директивы Config Clock, полное описание которой приведено в разделе "Помощь" BASCOM AVR.

Необходимо иметь в виду следующее:

— в теле директивы Config Osc следует включить генератор, который будет использован для синхронизации счётчика реального времени;

— так как часы используют прерывание низкого уровня, эти прерывания должны быть предварительно разрешены.

Программа реализации часов выглядит так:

```
Config Osc=Disabled,◇
32mhzosc=Enabled,◇
32khzosc=Enabled,◇
32khzpowermode=Normal
Config Sysclock=32mhz,◇
Prescalea=1,◇
Prescalebc=1_1
Config Priority=Static,◇
Vector=Application,◇
Lo=Enabled
Enable Interrupts
Config Clock=Soft,◇
Rtc=1khz_int32khz_ulp◇
[,Gosub=Sectic]
```

После выполнения директивы Config Clock часы начинают идти, а пользователю становятся доступны символьная переменная Time$, которая хранит значение текущего времени в формате "ЧЧ:ММ:СС", и числовые переменные _sec, _min, _hour, значения которых соответствуют текущему времени. В любом месте программы можно предусмотреть установку времени, с которого будет продолжен отсчёт: Time$ = "00:00:00" или, например, Time$ = "06:00:00".

Программа часов может ежесекундно генерировать запрос прерывания, в ходе обработки которого управление передаётся подпрограмме с зарезервированным именем Sectic: (от слов "секунда" и "тик"). Для вызова этой подпрограммы в теле директивы Config Clock следует указать: Gosub=Sectic (квадратные скобки в примере выше — признак необязательного параметра). В программу следует включить саму подпрограмму обработки прерывания, например

```
Sectic:
A=2
Return
```

Эта подпрограмма должна содержать не более 2—4 коротких команд, в противном случае она будет просто проигнорирована. К сожалению, в технической документации эта особенность никак не оговорена.

В заключение следует отметить, что директива Config Clock реализует не только часы, но и календарь, о котором также можно получить информацию из описания этой директивы в разделе "Помощь" BASCOM AVR.

Более полное описание системы синхронизации микроконтроллеров ATxmega можно найти в [1] и [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. ATxmegaA3. Datasheet. — URL: **http://www.atmel.com/images/atmel-8386-8-and-16-bit-avr-microcontroller-atxmega64a3u-128a3u-192a3u-256a3u_datasheet.pdf** (18.03.15).

2. Xmega A. Manual. — URL: **http://www.atmel.com/Images/doc8077.pdf** (18.03.15).

РАДИО® МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА
тел. 608-28-38 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2015

Индикатор настройки передатчика на основе "зелёного глаза"

С. КОМАРОВ, г. Москва

Одна из задач при конструировании радиопередатчика — разработка удобного индикатора настройки. Далеко не всегда для этого нужен стрелочный прибор, чаще вполне достаточно индикатора типа "Больше — Меньше", функцию которого с успехом может выполнить вакуумный электронно-световой индикатор. Вторая задача — как максимально просто оценить ток антенны, не "отъедая" при этом мощности от выходного сигнала? В статье описан изящный вариант решения этих задач.

Предлагаемый индикатор предназначен для радиопередатчиков диапазонов НЧ, СЧ и нижней части ВЧ (приблизительно до 10 МГц), преимущественно работающих на открытые проволочные антенны, которые подключаются непосредственно к антенной клемме без фидерного тракта. Помимо тока антенны, при эксплуатации передатчика представляет интерес уровень сигнала модуляции. Особенно это актуально для АМ-передатчиков.

Схема устройства представлена на **рис. 1**. Оно состоит из датчика тока антенны (элементы Т1, R7, С4, VD2) и собственно индикатора (все остальные), который, в свою очередь, содержит два канала индикации ("Ток антенны" и "Модуляция"), переключаемые тумблером SA1. Модулирующее напряжение на индикатор можно взять с отвода модуляционного трансформатора или с экранирующей сетки лампы выходного каскада передатчика.

Резисторами R4 и R5 подбирают чувствительность каналов индикации. В канале тока антенны максимальные показания индикатора должны соответствовать рабочему току при минимальном значении активного сопротивления нагрузки, на которое рассчитан передатчик. Как правило, у самых плохих используемых в любительской практике антенн ("верёвка") это значение лежит в пределах 10...18 Ом (для примера, четвертьволновый наклонный луч имеет активное сопротивление приблизительно 30 Ом, а сопротивление полуволнового, повешенного в реальных условиях городского квартала между домами, может доходить до 300 Ом и более). Перехлёст индикатора говорит об аварии антенны (падение или замыкание на местные предметы) либо о значительной расстройке (на провод антенны уселась стая птиц). В канале модуляции смыкание лепестков должно соответствовать 100 % глубине модуляции, а перехлёст указывает на появление искажений на пиках модуляции.

Впрочем, этот же индикатор, но лишь с одним каналом, может быть с успехом использован для индикации уровня сигнала в ламповых УМЗЧ. Подробное описание принципа работы и особенностей схемотехники включения электронно-световых индикаторов приведено в статьях [1, 2].

Размещение индикатора на передней панели передатчика и конструкция крепления к ней должны быть подчинены удобству его эксплуатации. Начнём с того, что для удобства пользования индикатор следует разместить слева-сверху, чтобы при работе с органами управления правой рукой не загораживать себе обзор (для левшей — наоборот). При этом через окошко в передней панели (его форма и размеры для 6Е1П показаны на **рис. 2**,а) должен быть виден светящийся экран в широком углу наблюдения. Лампу индикатора следует размещать как можно ближе к панели (идеально — вплотную), совместив нижнюю границу видимости экрана внутри лампы с низом окошка.

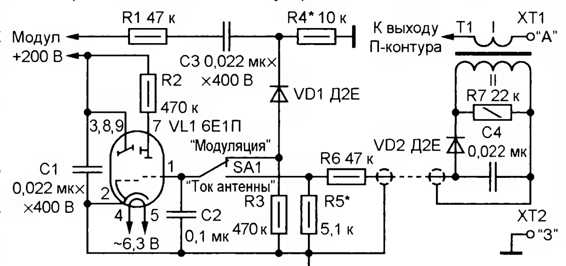


Рис. 1

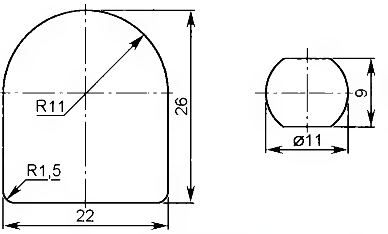
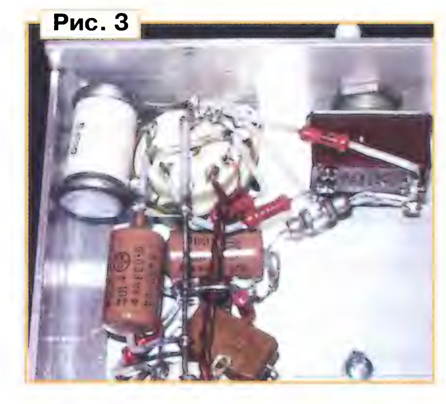


Рис. 2

Рис. 3



Переключатель SA1 желательно установить в непосредственной близости к окошку индикатора (желательно снизу или справа от него), причём так, чтобы переключение индицируемых каналов происходило при переводе рукоятки тумблера из левого положения в правое и наоборот, мнемонически соответствуя расположению на передней панели органов управления модулятора и настройки выходного контура передатчика.

Монтаж индикатора в подвале шасси (**рис. 3**) — навесной вокруг ламповой панели с использованием в качестве опор её лепестков и выводов тумблера. Резисторы — МЛТ или С2-23, конденсаторы С1, С3 — К40П-2, С2 — КБГ-И. Переключатель SA1 — тумблер Т2 или аналогичный.

Датчик тока антенны состоит из трансформатора тока Т1 и ВЧ-детектора. Он выполнен в виде единой конструкции с закреплённой в задней стенке шасси 2 клеммой 1 (**рис. 4**) для подключения антенны. На её винт 8 надето ферритовое (М600НН) кольцо 4 типоразмера К20×12×6 с обмоткой. Таким образом, винт клеммы выполняет функцию первичной обмотки трансформатора. Перед намоткой вторичной обмотки острые кромки кольца скругляют наждачной бумагой. Обмотку (80...90 витков провода ПЭЛШО 0,25) наматывают непосредственно на кольце в один слой виток к витку. Во избежание обламывания выводов при монтаже их выполняют в виде жгутиков из сложенного втрое и скрученного обмоточного провода, которыми выполняют первый и последний витки. Для предотвращения самопроизвольного разматывания обмотки их завязывают одиночным узлом на внешней цилиндрической поверхности кольца.

Шайбы 3 и 5 вытачивают на токарном станке из фторопласта.

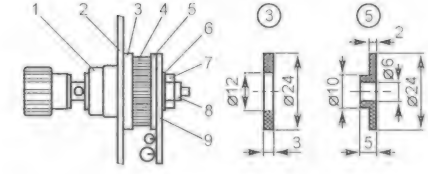


Рис. 4

Применение именно этого материала обусловлено не только его прекрасными диэлектрическими свойствами, но ещё и тем, что он относительно мягкий, и зажатая между шайбами вторичная обмотка трансформатора не испытывает на себе разрушающего сдавливания, которое было бы при использовании, например, шайб из стеклотекстолита.

Остальными цифрами на рис. 4 обозначены: 6 — шайба, 7 — гайка М6, 9 — печатная плата ВЧ-детектора. Её чертёж показан на **рис. 5**. Резистор R7 — МЛТ, С2-23, конденсатор С4 — К10-17-1б или КМ6 с номинальным напряжением не менее 100 В. Размеры отверстия под клемму антенны в задней стенке шасси 2 указаны на рис. 2,б, а внешний вид узла датчика тока в сборе показан на **рис. 6**.

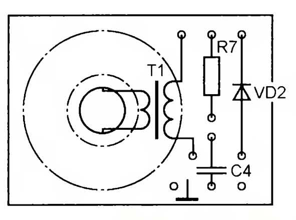


Рис. 5

С индикатором плату детектора соединяют экранированным проводом (например, МГТФЭ 0,12) с надетой поверх оплётки ПВХ трубкой. Оплётку соединяют с общим проводом передатчика только в одном месте — непосредственно у панели лампы индикатора.

Радиолампу 6Е1П можно заменить её зарубежным аналогом ЕМ80, подойдут также 6Е3П, ЕМ84 или даже 6Е5С с соответствующим изменением формы окна в передней панели. Оригинально будет смотреться глазок радиолампы ЕМ71 благодаря логарифмической характеристике отклонения её лепестков, с ней удобно будет работать как при малых, так и больших уровнях сигналов.

Германиевые диоды Д2Е, способные работать на частотах до 150 МГц при обратном напряжении 100 В, к сожалению, не имеют аналогов в современной элементной базе, но в своё время, в 50—60-е годы прошлого века, их было выпущено столько, что и сегодня найти их в продаже не составляет труда.


Рис. 6

В маломощных передатчиках можно попробовать заменить их диодами Д311 (в одном из авторских макетов такой диод успешно работает).

Для трансформатора тока в индикаторе передатчика ВЧ-диапазона лучше использовать магнитопровод из феррита М400НН. Следует избегать применения в этом узле колец из ферритов марок ВЧ, ВН, ВНП, поскольку при импульсных разрядах атмосферного электричества, которые неизбежно имеют место при использовании протяжённых проволочных антенн, особенно при сильном ветре и во время грозы, возможна необратимая потеря магнитных свойств магнитопроводов из этих материалов. Ферриты НН и НМ такого недостатка не имеют.

Чистого эфира и приятного прослушивания музыки на АМ-радио!

ЛИТЕРАТУРА

1. **Комаров С.** "Зелёный глаз" — хорошо забытое старое. — Радио, 2010, № 8, с. 64 и 3-я с. обл.

2. **Комаров С.** "Зелёный глаз" — хорошо забытое старое. Авторский вариант статьи. URL: — **http://www.radiostation.ru/home/greeneye.html** (10.02.15).

Владимир Маковеев. ПОСЛЕСЛОВИЕ

С. МИШЕНКОВ, г. Москва

Под таким названием издательство "Гротек" выпустило очень интересную и своеобразную книгу.

Первые 25 страниц книги посвящены воспоминаниям о члене редколлегии и авторе журнала "Радио" Владимире Григорьевиче Маковееве, ушедшем из жизни в августе 2012 г., а остальные 150 — литературным произведениям, точнее, отрывкам из них, написанным автором по различным поводам, к различным датам, опубликованным в журнале "Broadcasting. Телевидение и радиовещание".

Радиолюбитель Володя приехал в Москву, поступил в Московский электротехнический институт связи (МЭИС, сейчас — МТУСИ) и на всю жизнь связал себя с телевидением, пройдя путь от лаборанта учебной лаборатории, её заведующего, начальника научно-исследовательского отдела МЭИС, главного инженера проектировавшегося и строившегося при его участии Останкинского телецентра, руководителя ВНИИТРа (Всесоюзного научно-исследовательского института телевидения и радиовещания), технического руководителя Комитета по кинематографии и Радиокомитета.

Начав заниматься исследованиями и разработкой оборудования преобразования телевизионных сигналов различных стандартов формированием безрастрового изображения, Владимир Григорьевич перешёл к проблемам больших телевизионных систем, примером которых стал ТТЦ им. 60-летия Октября, впервые в Европе осуществивший формирование более десяти телевизионных программ одновременно. Ещё больше расширился круг его работ во ВНИИТРе: в России создавались аппараты магнитной записи, магнитные ленты, внедрялись цифровые методы записи информации, в том числе специального назначения. Пройдя такую подготовку, он мог ответить на любой вопрос вещателей как нашей страны, так и всего мира.



"Моя профессия — начальник", — полушутливо говорил он, подразумевая умение и способность правильно сформулировать цель и вести к ней большие коллективы, помогая каждому решать порученные задачи. При этом он продолжал преподавать в МЭИСе и Университете им. Литовчина.

Обычно он читал лекции студентам-вечерникам — удобно после работы, да и студенты интереснее — что-то знают. Никто на его лекциях не засыпал, даже после тяжёлого рабочего дня. На лекциях проявлялось одно из главных свойств Владимира Григорьевича: умение просто и ясно (но не упрощённо) изложить любое явление, раскрыть его сущность и удерживать внимание слушателей шутками и историями развития телевидения на различных этапах. Он считал обязательным в своих курсах говорить о людях, исследующих новые явления, технологии, разработчиках и производителях аппаратуры. Особенное внимание он обращал в своих рассказах на точные исторические даты изобретений, разработок, взаимоотношения людей. Если это касалось ранних периодов развития телевидения, источниками всегда были архивные документы, а современных периодов — воспоминания ветеранов и его собственные.

Владимир Григорьевич был автором или соавтором основных институтских учебников и учебных пособий, многих технических статей, но особенно его талант публициста расцвёл в журнале "Broadcasting". Мы помним его разделы "25 кадр" и "Наш эксперт Кузьма Прутков". В форме свободной беседы в этих разделах читатели получали ответы на самые сложные и деликатные вопросы развития телевидения, его техники.

Основную часть книги составляют короткие рассказы по истории телевидения, о людях его создающих. Последовательность рассказов соответствует хронологической, и исследователям-историкам легко находить необходимые факты.

Читая книгу "Послесловие", знавшие Владимира Григорьевича Маковеева люди вспоминают большого, доброго, ироничного исследователя, разработчика, учёного и учителя, руководителя, а молодые коллеги могут составить представление, познакомиться с глубочайшим профессионалом, внёсшим огромный вклад в историю развития телевидения с 1960 г.

Всем, кто связан с телевидением и звуковым вещанием, кому дороги эти виды массовой информации, их своеобразное искусство, должны прочитать "Послесловие". К сожалению, тираж смехотворно мал — 300 экземпляров.

Огромное спасибо составителям сборника и семье Владимира Григорьевича за предоставленные материалы!

Полуавтоматический сверлильный станок с лазерным указателем

И. ПАРШИН, г. Мирный Архангельской обл.

Для сверления отверстий в печатных платах многие радиолюбители используют так называемые микродрели, представляющие собой миниатюрный электродвигатель постоянного тока, на валике которого закреплён цанговый зажим сверла. Как инструмент для обработки печатных плат микродрели далеки от идеала: попасть точно в центр будущего отверстия без кернения довольно трудно, а добиться руками точного вертикального положения микродрели практически невозможно. В результате — некачественное "косое" отверстие, центр которого смещён на другой стороне платы, а то и поломанное сверло (особенно легко сломать дорогостоящее твердосплавное сверло, которое изготовлено из очень хрупкого материала).

На рынке предлагается много вариантов сверлильных станков, но все они имеют ручную подачу сверла и значительный люфт, а из электронного "обеспечения" содержат только блок питания и стабилизатор частоты вращения приводного электродвигателя. Описываемый в статье самодельный сверлильный станок позволяет сверлить отверстия без предварительного кернения. Логикой его работы управляет микроконтроллер. При работе на этом станке не ломаются дорогие твердосплавные свёрла. Благодаря использованию таких свёрл повышается качество отверстий — они буквально прорезают отверстие, поэтому после сверления нет необходимости в обработке фольги наждачной бумагой, которая делает тонкую фольгу печатных проводников ещё более тонкой.

Я просверлил на этом станке более 1500 отверстий одним твердосплавным сверлом (производства Германии), и оно до сих пор не сломалось и продолжает сверлить высококачественные отверстия. Дешёвое сверло обычно перестаёт хорошо сверлить после 10—20 отверстий в фольгированном стеклотекстолите, поэтому приходится повышать частоту вращения сверла и усиливать нажатие при сверлении, в результате вокруг отверстий образуются валики фольги, и после сверления требуется основательная обработка проводников наждачной бумагой.

Станок (его внешний вид слева, справа и сзади представлен соответственно на **рис. 1—3**) изготовлен на базе отечественного микроскопа МБИ-3 производства объединения "ЛОМО". Его работой управляет блок управления (БУ), схема которого показана на **рис. 4**. Выполнен он на основе микроконтроллера ATtiny45 [1]. При подаче питания БУ устанавливает станок в исходное положение, т. е. если его подвижная часть находилась в нижнем или промежуточном положении, то она автоматически поднимается до начального верхнего положения. Далее обрабатываемую плату позиционируют под лазерным лучом (добиваются того, чтобы луч лазера попал в центр отверстия), прижимают рукой к рабочему столику и нажимают на педаль. При этом БУ подаёт питание на электродвигатель привода патрона со сверлом и двигатель подачи сверла. По окончании сверления двигатель подачи сверла возвращает станок в исходное состояние и БУ отключает питание обоих двигателей.


Рис. 1


Рис. 2

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
РАДИО®
тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2015

Станок готов к сверлению следующего отверстия.

В качестве лазерного указателя использован доработанный лазерный модуль, который применяется в детских игрушках. Необходимо сфокусировать коллиматор лазера на короткое расстояние и ограничить ток питания, который должен быть таким, при котором лазер только-только начинает светить. Это позволяет получить более тонкий луч (мне удалось добиться его диаметра 0,2 мм) и снижает излучение лазера до безопасного уровня.

Узел крепления лазера в сборе показан на **рис. 5**, а чертежи его деталей — на **рис. 6**. Основание 3 и держатель лазера 4 изготовлены из листовой стали толщиной примерно 1 мм (я использовал стенки корпуса старого CD-ROMа). Просверлив в заготовках необходимые отверстия, отгибают у держателя 4 под прямым углом прямоугольные лепестки для крепления винта с лазерным модулем. Модуль разбирают, залуживают место пайки его латунного корпуса и две гайки М3. В отверстия отогнутых лепестков держателя 4 вставляют винт 5 (М3×28) и навинчивают на него обе гайки 8 так, чтобы они оказались между проушинами держателя (см. рис. 5). Корпус лазера 2 вставляют под винт 5 (между гайками 8) и припаивают к нему гайки так, чтобы он вплотную прилегал к держателю (это необходимо для безлюфтового перемещения лазера при вращении винта в процессе регулировки).



Рис. 3

Далее на выступающий конец винта 5 навинчивают ещё две гайки 1 (одна из них будет контргайкой) и затягивают их с таким расчётом, чтобы проушины держателя 4 не давали винту 5 смещаться вдоль оси. Теперь при вращении винта по часовой стрелке и в обратном направлении лазерный модуль будет перемещаться от одной проушины до другой.

Для крепления держателя с лазером на основании 3 к последнему с обратной стороны припаивают четыре гайки (их хорошо видно на рис. 2). Затем в соответствующие отверстия держателя со стороны лазера вставляют четыре винта 7 (М3×15) с подложенными под головки шайбами 6 и надевают на них цилиндрические пружины сжатия, после чего ввинчивают их в припаянные к основанию гайки. Теперь с помощью винтов можно регулировать положение лазера в разных направлениях.

Собранную конструкцию примеряют к тубусодержателю (верхней части микроскопа), загибают вокруг него хвостовик основания держателя лазера и, перенеся острой чертилкой контуры отверстий в основании на тубусодержатель, сверлят в нём два отверстия диаметром 2,5 и глубиной 10 мм и нарезают в них резьбу М3. В завершение закрепляют основание держателя лазера на микроскопе винтами М3.

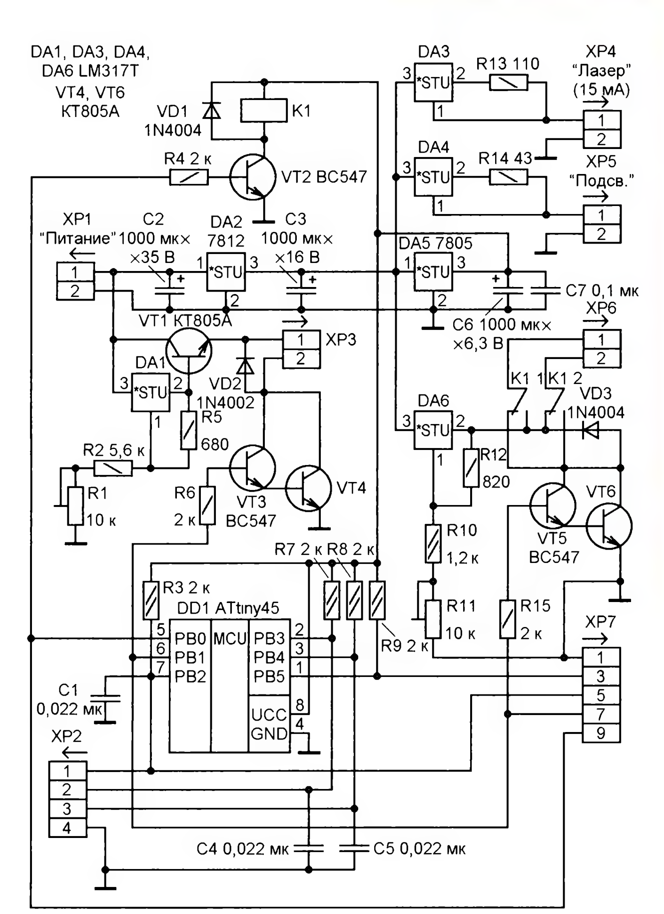


Рис. 4

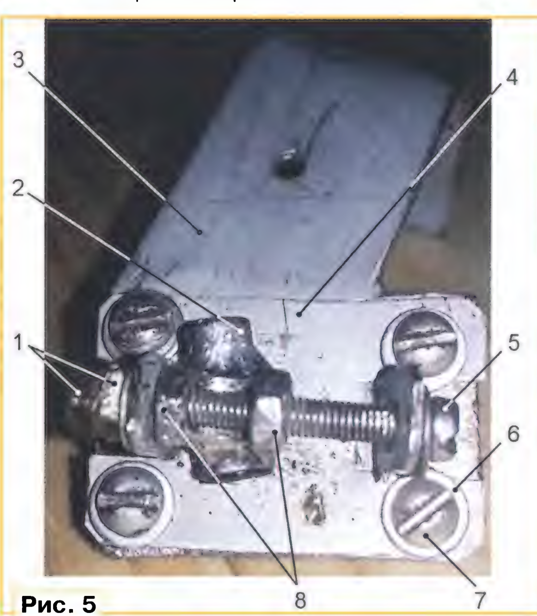
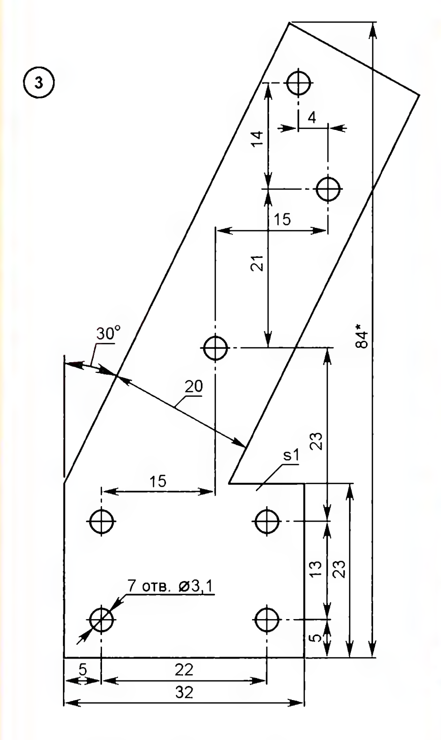


Рис. 5

Для подачи сверла использован электродвигатель с червячным редуктором от видеомагнитофона (разбирал аппарат давно, поэтому указать его название не могу). Этот механизм (**рис. 7**) закреплён на тубусодержателе микроскопа с помощью трёх металлических стоек с внутренней и наружной резьбой М4 и такого же числа винтов М4. Шестерня закреплена на ручке микроскопа тремя винтами М2,5 с гайками, отверстия в обеих деталях — сквозные. Необходима аккуратность при сборке — несоосность шестерни и ручки должна быть минимальной.

РАДИО®
РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



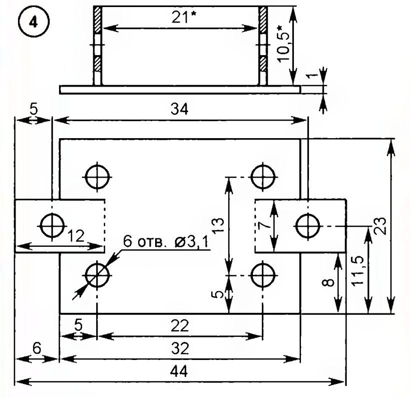


Рис. 6



Рис. 7

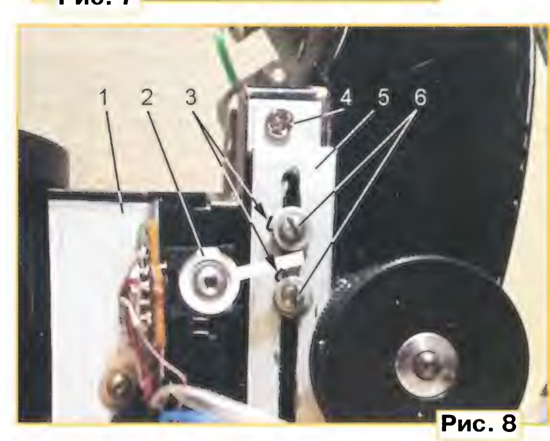


Рис. 8

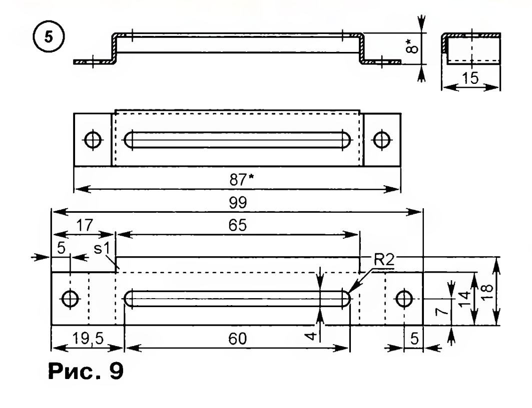


Рис. 9

Скорость подачи регулируют подстроечным резистором R11. Электродвигатель использован маломощный (номинальное напряжение — 6 В, ток — 30 мА), но благодаря червячному редуктору он справляется со своей задачей вполне. Конструкция редуктора может быть любой, но должна обеспечивать достаточное усилие, чтобы легко поворачивать ручку микроскопа. Можно использовать шаговый электродвигатель. В первом проекте я так и сделал, но имевшийся шаговый двигатель обладал недостаточным моментом на валу, а подходящего найти не удалось. Если у кого-нибудь возник интерес по использованию шагового двигателя, можете обратиться ко мне через редакцию. Файлы проекта сохранились. В нём использовался микроконтроллер ATmega8.

Ключ на составном транзисторе VT5VT6 включает и выключает электродвигатель подачи сверла (его подключают к вилке XP6), транзистор VT2 и реле K1 управляют её направлением: вверх или вниз. Ключ на составном транзисторе VT3VT4 управляет электродвигателем привода сверла (его подсоединяют к вилке XP3), на микросхеме DA1 и транзисторе VT1 собран стабилизатор частоты его вращения, регулируют частоту подстроечным резистором R1. Применять стабилизатор частоты вращения более сложный, например, как предложенный в [2], нет смысла, поскольку "прицеливаться" сверлом в центр отверстия "на глаз" не надо. Эксперименты по этому поводу проводились.

На микросхеме DA6 собран стабилизатор напряжения питания электродвигателя подачи сверла [3]. Включённые последовательно интегральные стабилизаторы DA2 и DA5 предназначены для получения стабилизированных напряжений соответственно 12 и 5 В. Первое из них используется для питания стабилизаторов тока на микросхемах DA3, DA4, второе — для питания микроконтроллера и ключа на транзисторе VT2. Конденсаторы C2, C3, C6 — фильтрующие, остальные — блокировочные.

На станке применена светодиодная подсветка. Ток подсветки и ток лазера стабилизированы: на микросхеме DA3 собран стабилизатор тока лазера, на DA4 — светодиодов подсветки. Ток стабилизации рассчитывают по формуле I = 1,25/R [3] и устанавливают подборкой резисторов R13 и R14. Благодаря стабилизированному току возможно подключение нескольких однотипных светодиодов подсветки последовательно. Лазер подключён к вилке XP4, светодиоды — к XP5.

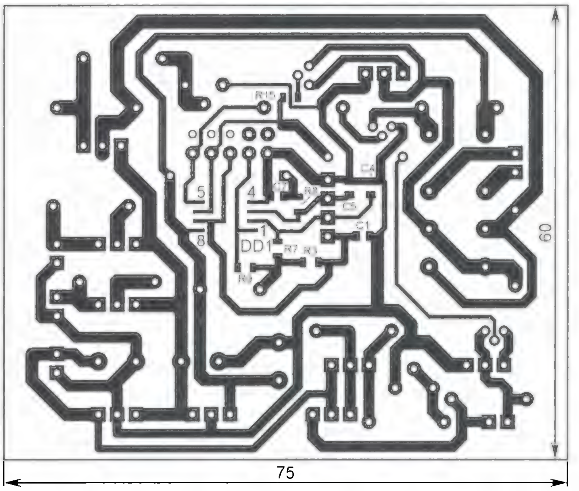
Разъём XP7 предназначен для подключения программатора. Назначение его контактов соответствует программатору "TRITON+ V5.7T USB" [4]. Программа микроконтроллера разрабатывалась в интегрированной среде Code VisionAVR V2.05 [5, 6].

К разъёму XP2 подключены двухпозиционный датчик крайних верхнего и нижнего положений сверла и кнопка старта сверления. Последняя подсоединена к контактам 2 и 4, датчик верхнего положения — к контактам 1 и 4, нижнего — к контактам 3 и 4. Датчик и кнопка — с нормально разомкнутыми контактами, которые при срабатывании замыкаются на общий провод. В качестве кнопки применён конечный выключатель, смонтированный в педали. Датчик положения использован от DVD-проигрывателя музыкального центра. Срабатывание датчика в нижнем положении регулируют таким образом, чтобы сверло опускалось не более чем на 1 мм ниже обрабатываемой платы. Датчиком верхнего положения регулируют максимальный ход сверла, делать его более 20 мм нет смысла. Регулировка производится перемещением стоек из упругой проволоки 3 (**рис. 8**), закреплённых винтами 6 (М3) на скобе 5. Винты ввинчивают в прямоугольные пластины с резьбой через щель в скобе, которая позволяет перемещать ограничители вверх и вниз. Пластины с резьбой, а не стандартные гайки, применены для того, чтобы можно было фиксировать положение стоек в найденном положении без применения какого-либо инст-

румента для удержания гаек от вращения при затягивании винтов 6. Можно припаять пластинки к гайкам. Скоба закреплена винтами 4 на тубусодержателе, а датчик 2 — на Г-образном кронштейне, привинченном к основанию микроскопа. Чертёж скобы 5 показан на **рис. 9**, изготовлена она, как и детали держателя лазера, из листовой стали.

Напряжение питания станка зависит от применённого электродвигателя привода сверла, но не должно быть ниже 14 В. Я использовал двигатель перемещения печатающей головки от струйного принтера Canon с номинальным напряжением питания 24 В. Напряжение питания станка выбрано с запасом по регулировке — 30 В. Потребляемый ток всего устройства в установившемся режиме (при сверлении) — 1,5 А, в момент запуска двигателей он кратковременно возрастает до 3 А. Таким образом, блок питания должен обеспечить на выходе напряжение 30 В при потребляемом токе не менее 3 А. Я использую самодельный импульсный лабораторный блок питания с линейным стабилизатором 0...50 В, 0...10 А. Ограничение по току даёт плавный пуск двигателей.

Детали блока управления смонтированы на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, изготовленной по чертежу, показанному на **рис. 10**.



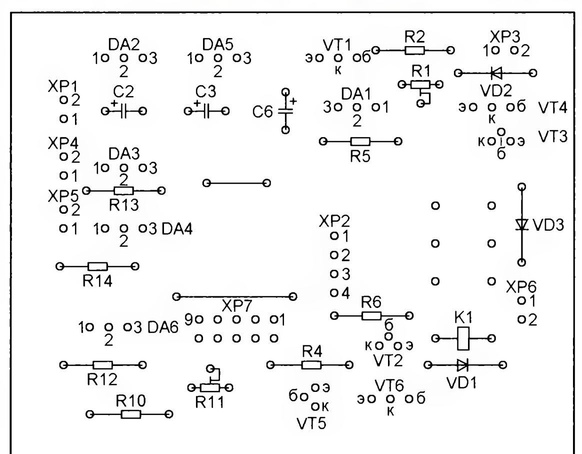


Рис. 10

Рисунок печатных проводников нанесён методом экспозиции изображения с фотонегатива на фольгу заготовки, покрытую фоторезистом. Негативный фотошаблон можно напечатать на струйном принтере с максимальным качеством.

Постоянные резисторы R3, R7—R9, R15, керамические конденсаторы C1, C4, C5, C7 (все типоразмера 0805 для поверхностного монтажа) и микроконтроллер DD1 (в корпусе SOIC8) припаивают непосредственно к печатным проводникам. Остальные резисторы — МЛТ-0,25, конденсаторы — оксидные импортные.

Транзисторы VT1, VT4, VT6 — любые серий КТ805, КТ819, VT3, VT5 — BC337, BC547, 2N2222, серий КТ315, КТ3102; VT2 — BC337, 2N2222, любой из серий КТ630, КТ815, КТ972 (максимальное значение его коллекторного тока должно быть не меньше рабочего тока реле K1). В качестве ключа VT5VT6 можно применить один транзистор серии КТ829 или КТ972, а ключа VT3VT4 — один транзистор КТ827 или КТ829 с любым буквенным индексом.

Реле K1 — R40-11D2-5/6, оно заменимо любым другим с напряжением срабатывания 5 В и с двумя группами переключающих контактов, рассчитанных на коммутацию тока не менее 1 А. Можно использовать реле на 12 В, подключив верхний (по схеме) вывод его обмотки (вместе с диодом VD1) к выходу (вывод 3) микросхемы DA2.

Плата управления установлена под столиком и закреплена винтами М3 через уголки к основанию микроскопа (см. рис. 1). Микросхемы DA2 и DA5 установлены на теплоотводах. Желательно снабдить теплоотводом и транзистор VT1. Столик изготовлен из текстолита.

Перед переделкой в сверлильный станок микроскоп необходимо разобрать, тщательно смыть довольно вязкую смазку, затрудняющую ход тубусодержателя (верхней части микроскопа), и смазать жидкой смазкой, например, трансформаторным маслом. Ход верхней части должен быть максимально лёгким, плавным и без люфта.

От использования для крепления сверла классической цанги было решено отказаться. Применены конус Морзе и трёхкулачковый патрон для свёрл диаметром 0,3—4,5 мм. Соединение двигателя с патроном должно быть без биений.

Юстировку точки лазера на обрабатываемой плате с помощью винтов производят в следующем порядке: сверлят отверстие в пластине фольгированного стеклотекстолита, аналогичного тому, из которого изготовлена плата, затем регулировочными винтами держателя юстируют точку лазера точно на отверстие. При этом надо постараться не смещать пластину. По моему опыту, если точка лазера пропала (перестала отражаться от фольги), то луч лазера попал в отверстие и отъюстирован. Толщина стеклотекстолита должна быть такой же, как и у изготовляемой платы. После этого можно быть уверенным в том, что лазер точно укажет центр будущего отверстия.

При исправных деталях и безошибочном монтаже БУ в налаживании не нуждается.

Станок эксплуатируется более года. Во время работы свободны обе руки, и поэтому работать на станке удобно. Я не сломал ни одного сверла, хотя изготовляю платы довольно часто, и я не представляю, как обходился без этого станка раньше. Теперь смело покупаю высококачественные дорогие свёрла. На сверление 50 отверстий уходит не более получаса. Но всё же необходима осторожность, есть опасность сломать хрупкое сверло при установке платы на рабочий столик станка — нечаянно стукнуть по сверлу. Вероятность поломки сверла при сверлении невелика, если, конечно, не двигать плату в это время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Atmel 8-bit AVR Microcontroller with 2/4/8KBytes In-System Programmable Flash ATtiny25/V/ATtiny45/V/ATtiny85/V. — URL: **http://www.atmel.com/devices/attiny45.aspx** (18.03.15).

2. **Митько В.** Регулятор-стабилизатор частоты вращения сверла. — Радио, 2004, № 12, с. 34.

3. SGS Thomson microelectronics. 1.2V TO 37V ADJUSTABLE VOLTAGE REGULATOR LM117/LM217/LM317. — URL: **http://tec.org.ru/_bd/16/1626_LM317.pdf** (18.03.15).

4. Программатор ТРИТОН+ V5.7TU USB. — URL: **http://triton-prog.ru/index.php?productID=119** (18.03.15).

5. **Лебедев М. В.** CodeVisionAVR: пособие для начинающих. — М.: Додека — XXI, 2008.

6. AVR033: Getting Started with the CodeVisionAVR C Compiler. — URL: **http://www.atmel.com/Images/doc2500.pdf** (18.03.15).

***От редакции**. Программа микроконтроллера, а также негативный и позитивный фотошаблоны в формате .pdf для переноса рисунка печатных проводников на заготовку печатной платы имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/07/stanok.zip** на нашем FTP-сервере.*

Доработка стабилизатора температуры жала паяльника

Л. ЕЛИЗАРОВ, г. Макеевка Донецкой обл., Украина

Автор доработал своё устройство, описание которого было опубликовано ранее в нашем журнале. В результате увеличена его допустимая выходная мощность, повышена надёжность, упрощено и улучшено схемное решение.

Эксплуатация разработанного мною ранее и опубликованного в "Радио", 2014, № 10, с. 33, 34 стабилизатора температуры жала паяльника с разными типами и конструкциями паяльников потребовала доработки схемотехнического решения для повышения его надёжности и чёткости срабатывания узла терморегулятора. Кроме того, мощность подключаемых паяльников была ограничена предельным током выпрямительного моста КЦ407А (0,5 А) и оптрона MOC3063 (1 А). В доработанном устройстве применён более мощный выпрямительный мост, а вместо элемента управления нагревателем — оптосимистора — мощный симистор. Кроме того, исключены резистивный делитель R1R2, задающий образцовое напряжение, и резистор R6, не оказывающий влияние на качество работы стабилизатора. Ток разрядки конденсатора C3 ограничен до безопасного для выхода ОУ D1.2 уровня.

Схема доработанного варианта стабилизатора приведена на **рис. 1**. Подробное описание исходного варианта уже было дано ранее, отметим лишь основные отличия.

Образцовое напряжение подано не с резистивного делителя, как раньше, а с общей точки соединения стабилитронов VD3, VD4. Катод излучающего диода оптрона U1 MOC3063 подключён непосредственно к выходу таймера терморегулирующего узла, задающего интервал времени нагрева жала. Это позволило гарантировать более чёткое управление состоянием нагревателя паяльника даже с самым малым изменением его сопротивления. Таймер, аналогично предыдущей конструкции, собран на ОУ DA1.1, включённом как компаратор.

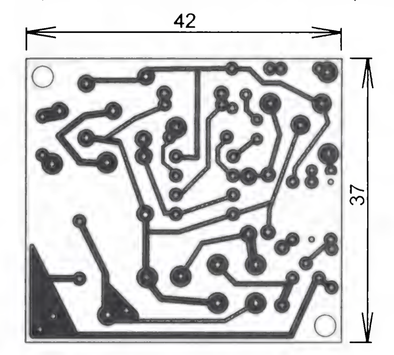
Рассмотрим кратко работу терморегулирующего узла и его элементов.

При снижении температуры нагревателя ниже установленного подстроечным резистором R3 порога напряжение на инвертирующем входе ОУ DA1.2 становится меньше образцового, заданного стабилитроном VD4 (+5,6 В). На выходе ОУ появляется положительный перепад напряжения. Этот перепад через разряженный к этому времени конденсатор C2 (его ток разрядки через выход ОУ DA1.2 ограничивает резистор R5) поступает на инвертирующий вход ОУ DA1.1. Напряжение на его инвертирующем входе становится больше образцового на время, заданное параметрами дифференцирующей цепи R4C2. На выходе ОУ появляется и устанавливается напряжение близкое к нулю. Загораются светодиод HL1 и излучающий диод оптосимистора U1. Оптосимистор открывается, что приводит и к открыванию мощного симистора VS1 от выпрямленного диодным мостом VD7 сетевого напряжения, снимаемого с резистивного делителя R8R9. Нагревательный элемент паяльника подключается к сети. По истечении времени, заданного цепью R4C2 (4...6 с), напряжение на инвертирующем входе DA1.1 опять становится меньше образцового и на выходе ОУ появляется положительный перепад напряжения. Светодиод гаснет, закрывается оптосимистор, что приводит и к закрыванию симистора VS1 — нагревательный элемент паяльника отключается от сети. Его следующее подключение произойдёт после остывания до соответствующей температуры, заданной резисторами R1—R3.

При замене или выборе симистора VS1 и диодного моста VD7 других типов необходимо учитывать, что их предельно-допустимый ток должен превышать максимальный ток нагрузки. Замена микросхемы ОУ LM358P на компаратор

Рис. 1

DA1 LM358P, HL1 АЛ336А.



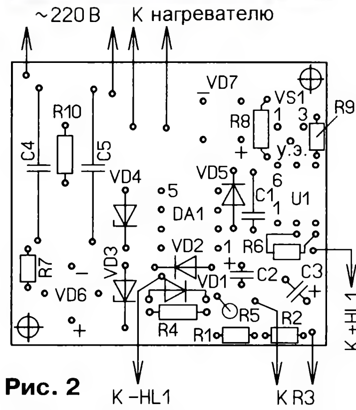


Рис. 2

LM393P потребует установки между её выводом 1 (выходом) и плюсовой линией питания узла управления резистора сопротивлением 5...10 кОм. О замене остальных элементов, налаживании и конструктивном варианте исполнения стабилизатора было подробно рассказано в предыдущей статье.

Устройство собрано на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Чертёж платы и расположенные на ней элементы показаны на **рис. 2**.

Бесконтактное зарядное устройство-2

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автор предлагает вариант бесконтактного зарядного устройства для зарядки аккумуляторной батареи малогабаритного фонаря.

Для большего удобства пользования светодиодным фонариком-брелоком в нём взамен гальванических элементов применены аккумуляторы и бесконтактное зарядное устройство. Конструкция этого фонаря в разобранном виде показана на рис. 1. Его развинчивающийся корпус состоит из трёх частей: передней 1, центральной 5 и задней 6. Передняя и задняя части изготовлены из металлизированной пластмассы, средняя — из алюминия, в которой размещена кассета 7, содержащая три гальванических элемента LR44. В задней части установлен кнопочный выключатель, в передней — пластмассовый металлизированный держатель 3, в отверстия которого вставлены светодиоды 2 (всего пять штук). Пластмассовая втулка 4 фиксирует выводы светодиодов в передней части корпуса. При этом выводы катодов свиты в один жгут и образуют контакт, который после сборки фонаря механически соединяется с минусовым выводом аккумуляторной батареи. Аноды светодиодов с помощью втулки 4 прижаты к корпусу передней части фонаря и через среднюю, заднюю части корпуса и кнопочный выключатель соединены с плюсовым выводом батареи. Таким образом, в фонаре все контакты — механические, и нет ни одной пайки.

Поскольку ёмкость гальванических элементов LR44 и аналогичных невелика, при регулярном пользовании фонарём требуется их частая замена, что весьма неудобно и затратно. Поэтому было решено заменить гальванические элементы аналогичными по габаритным размерам Ni-MH аккумуляторами (**рис. 2**), которые изъяты из малогабаритных светодиодных газонных светильников с зарядкой от солнечных батарей. Стоимость этих светильников невелика, а оставшиеся от них компоненты (солнечная батарея, повышающий преобразователь напряжения) также нашли своё применение в других конструкциях. Но часто вынимать аккумуляторы для подзарядки тоже неудобно, к тому же для них необходимо зарядное устройство. Поэтому был применён бесконтактный или, как его сейчас называют, беспроводный способ зарядки, сущность которого заключается в передаче энергии с помощью индуктивной связи между катушками индуктивности. Описание такого устройства было ранее опубликовано в журнале "Радио" № 5 за 2015 г. на с. 34—36 (**Нечаев И.** "Бесконтактное зарядное устройство").

Поскольку габариты дорабатываемого фонаря невелики, применён упрощённый вариант зарядного устройства, а зарядка проводится по времени. Само зарядное устройство аналогично приведённому в указанной выше статье, изменена только конструкция разделительного трансформатора (его обозначение на схеме в указанной статье T2). Схема доработки фонаря показана на **рис. 3**. Вторичная обмотка разделительного трансформатора включена между катодами светодиодов и минусовым выводом батареи питания. Зарядка аккумуляторов осуществляется так. При установке фонаря (в выключенном состоянии) на зарядное устройство в катушке T2.2 наводится переменное напряжение. Положительная полуволна (условно плюс на правом по схеме выводе катушки T2.2) через диоды VD1 и VD2 поступает на аккумуляторную батарею и заряжает её. Отрицательную полуволну не пропускает диод VD1.

Диод КД103Б был применён по нескольким причинам. Во-первых, он имеет малые габариты и легко размещается в корпусе кнопки, во-вторых, у него допустимое обратное напряжение 50 В и, в-третьих, он имеет сравнительно большую ёмкость p-n перехода около 20 пФ. Последнее свойство при отрицательной полуволне напряжения на катушке T2.2 обеспечивает небольшой (доли миллиампера) прямой ток через светодиоды, что вызывает их слабое свечение, которое служит индикацией процесса зарядки.

Диод КД103Б (VD1) устанавливают так. Аккуратно со стороны толкателя выдавливают кнопку из задней части корпуса фонаря. В пластмассовой части кнопки (белого цвета на рис. 1) с помощью тонкого разогретого жала паяльника делают паз, в который и вставляют диод. Вывод анода подкладывают под металлическую шайбу (с шипами) кнопки, а вывод катода наматывают на спираль пружины. Ленточные выводы диода хорошо подходят для этого случая.

Для размещения катушки T2.2 было найдено место в передней части корпуса фонаря (**рис. 4**). Поскольку держатель 6 со светодиодами 1 немного утоплен в передней части 3 корпуса фонаря, катушка 2 установлена перед светодиодами. Их катоды (выделены синим цветом) спаяны вместе, и к ним припаян диск 5 диаметром 2...3 мм, изготовленный из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. Выводы катушки припаяны к контактным площадкам на противоположных сторонах диска. Сборку этой части конструкции проводят в следующем порядке. Сначала вставляют светодиоды в держатель, свивают и спаивают их катоды. Диод VD2 припаивают к выводам светодиодов. Держатель вставляют в переднюю часть корпуса и устанавливают пластмассовую втулку 4 так, чтобы выводы анодов светодиодов (показаны красным цветом) были плотно прижаты к корпусу. К выводам катодов припаивают диск, а затем к нему — выводы катушки. Для этого в центре держателя надо предварительно сделать отверстия диаметром 1...2 мм. Собирают фонарь и после проверки его работоспособности приклеивают катушку и покрывают её снаружи тонким слоем прочного клея.

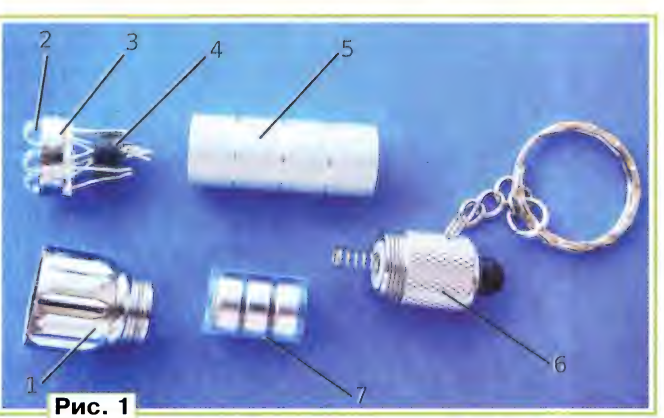


Рис. 1


Рис. 2

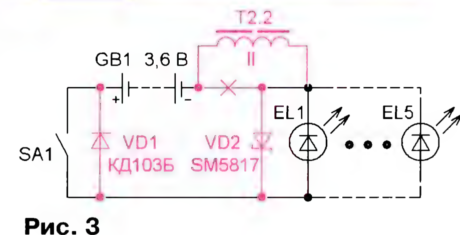


Рис. 3

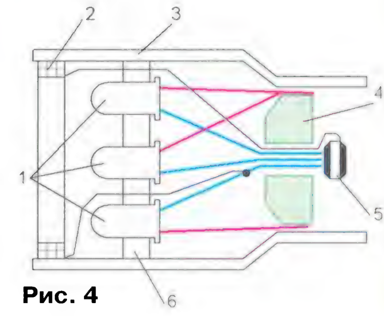


Рис. 4

Внешний диаметр катушки Т2.2 должен быть таким, чтобы она входила в переднюю часть корпуса фонаря, а внутренний, — чтобы в неё свободно входил магнитопровод. Поэтому катушку можно изготовить так. На магнитопровод наматывают 3...4 слоя тонкой полиэтиленовой плёнки и размещают несколько отрезков тонкой нитки. Внавал наматывают 90...100 витков провода ПЭВ-2 0,1, и с помощью ниток формуют катушку в виде тора. Проверяют её на соответствие указанным выше требованиям, если это так, пропитывают её клеем "Момент" и сразу устанавливают в переднюю часть корпуса, чтобы катушка располагалась на краю (рис. 4), но не выходила за его пределы.

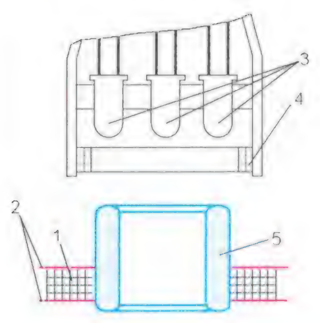


Рис. 5



Рис. 6

Как уже отмечено, применено зарядное устройство, описанное в указанной выше статье. Конструкцию разделительного трансформатора зарядного устройства поясняет **рис. 5**. Катушка 1 (Т2.1 в схеме указанной статьи) намотана на кольцевом ферритовом магнитопроводе 5 с внешним диаметром 12,5, внутренним 7,5 и высотой 6,5 мм (от дросселя фильтра компьютерного блока питания) проводом ПЭВ-2 0,1 между щёчками 2 наружным диаметром 17 мм, изготовленными из тонкого картона. Толщина намотки — 3 мм. Число витков (300...500) подбирают при налаживании. Для зарядки фонарь устанавливают так, чтобы магнитопровод 5 вошёл в катушку 4 и упёрся в светодиоды 3. В этом случае связь между обмотками разделительного трансформатора станет достаточной для зарядки аккумуляторной батареи. Трансформатор закрепляют на верхней крышке зарядного устройства (**рис. 6**), а на него устанавливают фонарь (**рис. 7**).

Но здесь есть важный момент, о котором не следует забывать. Поскольку передняя часть корпуса фонаря металлизирована, если разместить в ней катушку Т2.2, в металлическом покрытии будет протекать вихревой ток, делая зарядку аккумуляторной батареи практически невозможной. Чтобы исключить возникновение этого тока, перед окончательной сборкой необходимо удалить металлизацию в местах, показанных на **рис. 8** красными линиями. Сделать это надо аккуратно снаружи и внутри передней части корпуса с помощью узкой острой отвёртки. Кроме того, следует удалить всю металлизацию с держателя светодиодов.

Рис. 7





Рис. 8

Налаживание сводится к подбору числа витков обмотки Т2.1. Для этого сначала наматывают 500 витков, устанавливают фонарь на зарядку (в выключенном состоянии) и измеряют ток через батарею. Делают это так. Заднюю часть отвинчивают, плотно прижимают к средней части корпуса, а между плюсовым выводом аккумуляторной батареи и прижимной пружиной включают миллиамперметр постоянного тока. Подборкой числа витков устанавливают зарядный ток 4...6 мА. В этом случае время зарядки приблизительно равно 10...14 ч, т. е. её можно проводить в течение ночи. О необходимости зарядки свидетельствует снижение яркости свечения фонаря. Следует ещё отметить, что благодаря свойствам светодиодов глубокая разрядка аккумуляторов маловероятна, что продлевает срок их эксплуатации.

Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000.

Часть 11

(Окончание. Начало см. на с. 18)

ных фактора. Первый — компоненты в плечах имеют разброс по сопротивлению, усилению ёмкости. Но это можно скомпенсировать, применив подстроечные элементы. Эксперименты в S-2000 с такими элементами дали незначительный результат, разбалансировка от транзисторов на порядок меньше, чем имеющаяся. Второй фактор — это прямое прохождение сигнала гетеродина через паразитные монтажные ёмкости. Это явление ограничивает эффективность смесителей на высоких частотах, особенно в схемах с высоким импедансом на выходе, а это как раз тот случай.

Анализируем топологию смесителя на плате. Оказывается, что сигнал первого гетеродина по "дороге" к транзистору 10Q6 проходит намного меньше элементов, на которые он может попасть. Принимаем смелое решение — "выбить клин клином", увеличив в этой зоне присутствие сигнала гетеродина. Для этого я припаял короткий изолированный провод к истоку транзистора 10Q6 (или 10Q7) и расположил его вдоль провода, идущего от стока 10Q6, вплоть до кварцевого фильтра (см. рис. 11.7). Настройку я проводил, измеряя осциллографом амплитуду сигнала на истоке транзистора 10Q1. Регулятор RF GAIN установлен на максимум усиления. "Ловить" минимум сигнала можно следующим образом. Провод висит в воздухе и при его приближении к плате (диэлектрической отвёрткой) проходим минимум, при полном прижатии снова сигнал растёт. Отрезаем провод по миллиметру до получения минимума в полностью прижатом положении и фиксируем его лаком или клеем.

После этого вечером я впервые в Оренбуржье услышал чёткие сигналы дальних радиостанций, работающих на частотах 153 и 225 кГц. На 279 кГц ранее зажатый сигнал раскрылся полным звучанием. "Всплыли" радиомаяки в районе 400 кГц. ДВ теперь звучит не хуже других диапазонов.

Проведя все эти доработки, мы получим почти полноценный всеволновый приёмник, уже не совсем бытовой. Кто для приёма использует только телескопическую антенну, наверное, останется доволен. Но с внешними антеннами заметим странное изменение чувствительности в разных диапазонах. Причастным к этому антенным блоком мы займёмся в следующей части.

***От редакции**. Справочные данные некоторых упомянутых в статье радиоэлементов находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/07/s2000-11.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Окончание следует)

Блок питания для светодиодной лампы

Е. ГЕРАСИМОВ, станица Выселки Краснодарского края

Светодиодные источники света постепенно вытесняют не только привычные лампы накаливания, но и так называемые энергосберегающие или КЛЛ. Поэтому, когда потребовалось изготовить небольшую настольную лампу, выбор пал, естественно, на светодиоды. Оказалось, проще всего купить светодиодную ленту с напряжением питания 12 В, с числом светодиодов 30 шт./м и мощностью 4,7 Вт/м. К сожалению, подключить светодиоды напрямую к сети нельзя, так как они выйдут из строя. Необходим блок питания, обеспечивающий напряжение 12 В постоянного тока. Однако цена такого блока питания в магазине довольно высока, поэтому такой вариант не рассматривался. Пришлось изготовить блок питания самостоятельно. Оказалось, что для комфортного освещения достаточно 18 светодиодов, однако блок питания разработан с небольшим запасом по мощности.

Основные технические характеристики

Выходное напряжение, В 12
Выходной ток, А 0,6
Напряжение сети, В ....180...250
Габаритные размеры, мм ....60×25×15

Поскольку светодиод — прибор с ярко выраженной нелинейной ВАХ, светодиодный светильник чувствителен даже к небольшому изменению питающего напряжения, поэтому напряжение блока питания должно быть стабилизированным. Следует отметить, что к амплитуде пульсаций светодиодная лампа не столь чувствительна, поскольку частота пульсаций весьма велика. Разумеется, блок питания должен иметь защиту от короткого замыкания, построен на распространённых деталях и иметь высокий КПД. Кроме того, к нему ещё предъявлялось требование иметь небольшую высоту (не более 15 мм). Наиболее подходящим для построения такого блока питания является автогенераторный обратноходовой преобразователь (ОХП). Его главное достоинство — простота и то, что он защищён от короткого замыкания на выходе. По сравнению с комплектом двухтактный преобразователь-стабилизатор напряжения ОХП имеет более высокий КПД. Немаловажно и то, что в случае выхода блока из строя заменить транзистор гораздо проще, чем искать микросхему.

Схема блока питания представлена на **рис. 1**. Резистор R1 ограничивает ток зарядки конденсатора фильтра C1, а также используется в качестве предохранителя. Резистор R2 задаёт начальный ток базы коммутирующего транзистора VT2. Стабилитрон VD9, оптопара U1, транзистор VT1, а также резисторы R3 и R8 образуют цепь стабилизации выходного напряжения. Работа ОХП подробно описана в [1], поэтому останавливаться на ней не будем. Следует обратить внимание на диод VD5 в цепи базы коммутирующего транзистора VT2, который многие разработчики не устанавливают. Без этого диода возможен пробой транзистора отрицательным напряжением на базе. Как показали измерения осциллографом, всплески этого напряжения могут превышать 5 В.

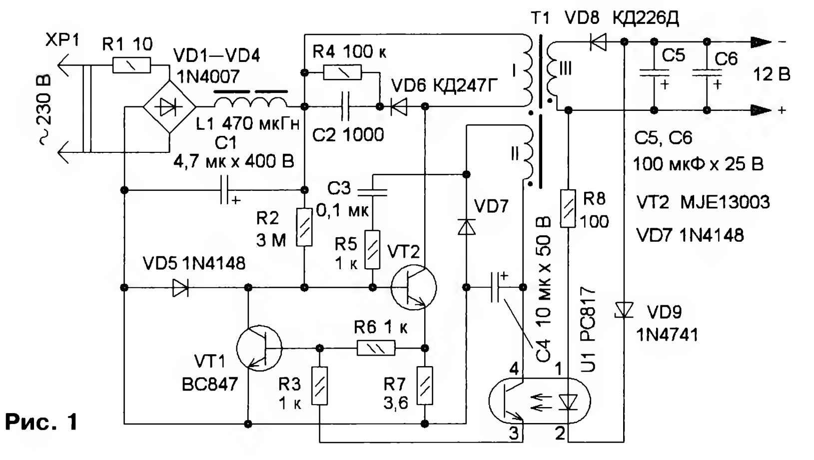
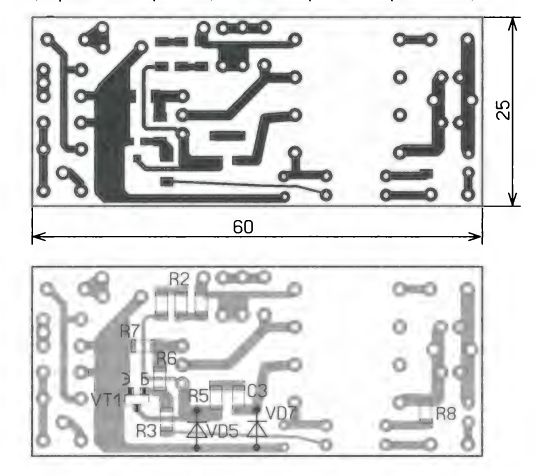


Рис. 1

Все детали смонтированы на печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 2**. Для уменьшения габаритов блока часть элементов (R2, R3, R5—R8, C3) применена для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Резисторы R1, R4 — МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — импортные. Поскольку к резистору R3 прикладывается выпрямленное сетевое напряжение, для предотвращения пробоя он составлен из трёх соединённых последовательно резисторов сопротивлением 1 МОм. Транзистор MJE13003 можно заменить транзистором ST13003. Взамен транзистора BC847 можно применить маломощный транзистор для поверхностного монтажа с допустимым током коллектора не менее 50 мА и коэффициентом передачи тока $h_{21э}$ более 50.

Диоды 1N4007 можно заменить диодами КД243 с буквенными индексами Д, Е, Ж или КД247 с индексами Г и Д. Диод КД247Г можно заменить диодами КД257Г, КД257Д, диод 1N4148 — диодами КД510, КД521, КД522. Взамен диода КД226Д можно применить диод КД226 с любым буквенным индексом. Стабилитрон — с напряжением стабилизации около 11 В. Если в наличии есть стабилитрон на меньшее напряжение стабилизации, последовательно с ним можно установить диод или стабилитрон. Для него на плате предусмотрено посадочное место, на которое установлена проволочная перемычка. Теплоотвод для транзистора VT2 вырезан из теплоотвода компьютерного блока питания.



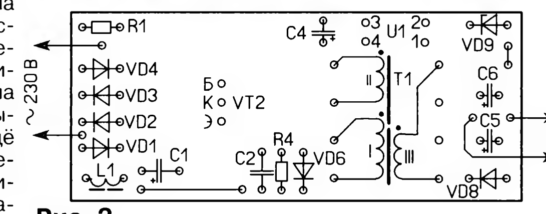


Рис. 2

Для трансформатора применён низкопрофильный каркас от "электронного балласта" (КЛЛ), марка феррита неизвестна, его типоразмер — EE19/8/5. Магнитопровод собран с зазором в центральном керне 0,3 мм. Первой намотана обмотка I, содержащая 148 витков провода ПЭВ-2 0,18, затем обмотка II — 18 витков такого же провода, последней — обмотка III, содержащая 28 витков провода ПЭВ-2 0,28. Каждый слой обмотки I отделён от остальных одним слоем конденсаторной бумаги толщиной 0,1 мм. Между обмотками I и II проложены два, а между обмотками II и III — три слоя бумаги. После проверки трансформатор пропитан лаком. Дроссель L1 — от КЛЛ, индуктивность — 0,2...1 мГн, его можно изготовить самостоятельно на ферритовом магнитопроводе типа "гантель" диаметром 6 мм. Намотка — про-

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

вод ПЭВ-2 0,18 до заполнения, затем её покрывают лаком.

Для налаживания блока потребуются мультиметр, осциллограф, развязывающий трансформатор с выходным напряжением около 150 В (например, ТАН-17-220-50) и ЛАТр. Сначала целесообразно собрать блок на макетной плате, а после налаживания смонтировать детали на печатную плату. Первое подключение блока к трансформатору необходимо выполнить через лампу накаливания мощностью 40 Вт. К выходу блока должна быть подключена штатная нагрузка. Сразу же осциллографом проверяют форму напряжения на датчике тока — резисторе R7, она должна быть примерно такой, как показано на **рис. 3**. Контролируют напряжение на выходе блока питания, и если оно отличается от 12 В, придётся подобрать стабилитрон (или стабилитроны) с требуемым напряжением стабилизации. Через 5...10 мин проверяют, как нагревается блок питания. Если он работает нормально, повышают напряжение на его входе до 250 В. Выходное напряжение должно остаться стабильным. Через некоторое время снова проверяют блок на нагрев — при длительной работе теплоотвод транзистора, трансформатор и диод VD8 не должны нагреваться выше 50 °С. Затем следует проверить устойчивость блока к короткому замыканию выхода и отключению нагрузки. При коротком замыкании возможно появление характерного писка с частотой 10...15 кГц. При отключении нагрузки возможно увеличение напряжения на 0,5...1 В.

Рис. 3



Рис. 4

Желательно проверить работу блока без цепи стабилизации — для этого временно замыкают выводы 1 и 2 оптопары U1, причём обязательно при подключённой нагрузке или её эквиваленте. Дело в том, что при работе цепи стабилизации напряжения ток коллектора транзистора VT2 обычно не достигает своего максимального значения, при котором магнитопровод трансформатора может входить в насыщение. В такой режим он может войти при снижении напряжения сети до 150 В и менее. Во всех режимах работы форма напряжения на резисторе R7 должна быть такой, как на рис. 3. Но лучше всего проверить трансформатор устройством, описание которого представлено в [2]. После проверки работоспособности все элементы блока, кроме теплоотвода, желательно покрыть лаком. Внешний вид блока питания, установленного в корпус настольной лампы, показан на **рис. 4**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Власов Ю.** Стабилизированный однотактный преобразователь напряжения. — Радио, 1999, № 3, с. 37—39.

2. **Гумеров Ю., Зуев А.** Определение тока насыщения катушек индуктивности с магнитопроводами. — Радио, 2007, № 8, с. 36, 37.

Автомат управления уличным освещением с астротаймером

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Предлагаемое устройство отличается от ранее опубликованных приборов того же назначения тем, что определяет моменты включения и выключения уличного освещения, рассчитывая положение Солнца относительно горизонта.

Для автоматического управления работой уличного освещения обычно используют два типа устройств. Одни из них включают и выключают освещение в зависимости от уровня естественной освещённости — это так называемые сумеречные выключатели. Другие включают и выключают искусственный свет в определённое заранее заданное время — это так называемые программируемые таймеры.

Каждый тип устройств имеет свои достоинства и недостатки. Сумеречные выключатели в идеале обеспечивают оптимальное управление освещением, включая и выключая его именно тогда, когда это необходимо. Например, в ясную погоду оно будет включено вечером позже, чем в пасмурную. Этим обеспечивается оптимальная освещённость улицы независимо от погодных условий. Правда, разница между временем включения или выключения освещения при ясной и при пасмурной погоде весьма невелика, по наблюдениям автора, она не превышает 7...10 мин.

В реальных условиях сумеречные выключатели, будучи чувствительными к внешним воздействиям аналоговыми устройствами, имеют существенную зависимость моментов срабатывания от ряда мешающих факторов. К ним можно отнести сильную зависимость характеристик фоторезисторов, используемых в качестве датчиков освещённости, от температуры окружающей среды, наводки электромагнитных помех на цепи измерения освещённости, загрязнение оптического окна датчика освещённости. Всё это существенно увеличивает погрешность срабатывания выключателя и сводит "на нет" теоретическую оптимальность управления освещением.

Современные программируемые таймеры, используемые для управления уличным освещением, представляют собой, по сути, электронные часы с двумя будильниками. По сигналу одного будильника таймер включает свет вечером, по сигналу другого — выключает утром. Эти полностью цифровые устройства свободны от недостатков, присущих сумеречным выключателям. Они надёжны в работе и обеспечивают стабильность моментов срабатывания. Главный недостаток программируемого таймера состоит в том, что через каждые два-три дня он требует корректировки моментов срабатывания ввиду того, что длительность светового дня естественным образом изменяется. Это не позволяет сделать такое устройство необслуживаемым.

С развитием компактных вычислительных средств программируемые таймеры стали уступать своё место в системах управления уличным освещением новому типу устройств — астротаймерам, представляющим собой электронные часы, сопряжённые с микроконтроллером. В микроконтроллер заложена программа астрономических расчётов, по которой он по известным географическим координатам места установки вычисляет моменты нахождения светила (в данном случае Солнца) в определённых точках небесной сферы (например, в точках восхода и захода) и формирует сигналы управления уличным освещением. Обслуживание такого устройства минимально и сводится к корректировке хода часов, требующейся очень редко, и замене раз в несколько лет батареи резервного питания.

Погрешность работы астротаймера определяется степенью совершенства реализованного в программе микроконтроллера алгоритма астрономических расчётов. Для управления уличным освещением вполне достаточно, чтобы она не превышала ±5...7 мин.

Предлагаемое устройство автоматического управления работой уличного освещения построено на базе астротаймера.

Основные технические характеристики

Допустимые географические координаты места установки, град.:
- Широта (северная) ......0...69,9
- Долгота (восточная) ......0...180

Точность задания географических координат, град. 0,1

Погрешность определения момента прохождения Солнцем заданной точки небесной сферы, мин, не хуже ....±3

Напряжение питания, В ....6,5...9

Потребляемый ток, мА ....35...60

Максимальное напряжение в цепи управления контактором, В 36

Максимальный ток срабатывания контактора, А 3,6

Схема устройства приведена на **рис. 1**. Его основа — микроконтроллер ATmega168PA-PU (DD2). Счёт времени ведёт микросхема часов реального времени DS1307N (DD1). Для отображения необходимой информации о работе устройства имеется ЖКИ HG1 (две строки по 16 символов). Подборкой резистора R12 устанавливают необходимую яркость подсветки табло индикатора, а подстроечным резистором R8 регулируют контрастность изображения.

Исходные данные вводят в микроконтроллер с помощью кнопок SB1—SB4. Сигнал управления освещением микроконтроллер формирует на линии порта PD7 (высокий уровень — включено, низкий уровень — выключено). Ключ на транзисторе VT1 по этому сигналу управляет контактором KM1, включающим и выключающим уличное освещение.

Следует отметить, что область возможного применения описываемого устройства довольно обширна. Оно способно управлять работой освещения как на улицах городов и посёлков, так и на индивидуальных земельных участках, где суммарная мощность осветительных приборов может варьироваться от сотен ватт до десятков киловатт. В связи с этим конкретный перечень контакторов, с помощью которых устройство может управлять освещением, в статье не рассматривается — он очень широк. Не исключено, что для сопряжения с мощным контактором может потребоваться замена транзистора VT1.

Для управления освещением индивидуальных земельных участков, на которых установленная мощность уличных светильников не превышает, как правило, нескольких сотен ватт, можно рекомендовать применить вместо контактора KM1 бесконтактный симисторный коммутатор, схема которого изображена на **рис. 2**.

В этом случае транзистор VT1 и резистор R11 в устройство не устанавливают, а вход коммутатора подключают к подвижному контакту переключателя SA1. Такой коммутатор может управлять лампами суммарной мощностью до 1,5 кВт, при этом он надёжен, бесшумен и создаёт минимум помех в электросети. Другое достоинство такого решения — отпадает необходимость в дополнительном источнике питания для обмотки контактора.

При мощности нагрузки, не превышающей 200...250 Вт, симистор VS1 сможет работать без теплоотвода, что позволит разместить все элементы коммутатора непосредственно на печатной плате устройства (разумеется, при условии её соответствующей доработки).

Переключателем SA1, переведя его в нижнее по схеме положение, можно в любой момент времени принудительно включить освещение. Это может потребоваться, например, при поиске и замене неисправных ламп в светильниках. Когда переключатель в верхнем положении, управление работой освещения автоматическое по сигналам микроконтроллера.

Устройство питают от любого нестабилизированного источника постоянного напряжения 6,5...9 В. Ток потребления в основном определяется током подсветки индикатора HG1 и в зависимости от сопротивления резистора R12 может находиться в пределах 35...60 мА.

Параметры источника питания обмотки контактора зависят от типа применённого контактора, однако его напряжение не должно превышать 36 В (с учётом пульсаций), иначе транзистор VT1 может быть повреждён.

Печатная плата устройства изображена на **рис. 3**. Контактор KM1 находится вне её. Плата рассчитана на установку большинства элементов для поверхностного монтажа. Исключение — разъёмы и кнопки, подстроечный резистор R8, а также микросхемы DD1 и DD2. Для микроконтроллера (DD2) на плате должна быть установлена панель, в которую его переносят из панели программатора после программирования.

Постоянные резисторы (кроме R12) и все конденсаторы — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Проволочные выводы резистора R12 припаивают непосредственно к контактным площадкам 2 и 15 индикатора HG1.

Кнопки SB1—SB4 — тактовые TS-0617, переключатель SA1 — любого типа с одной контактной группой на переключение. Источник резервного питания часов G1 — литиевый элемент

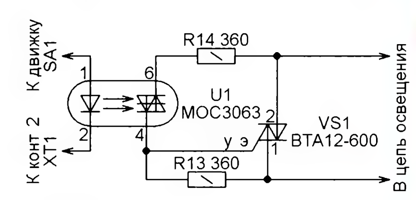


Рис. 2

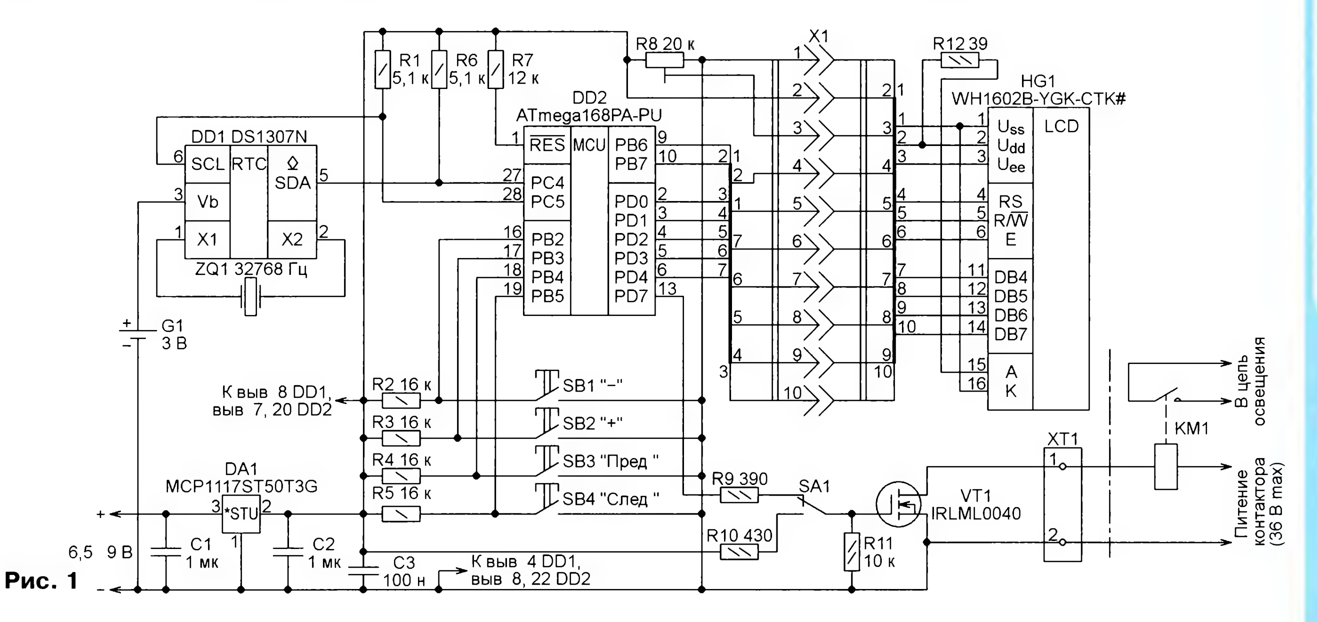
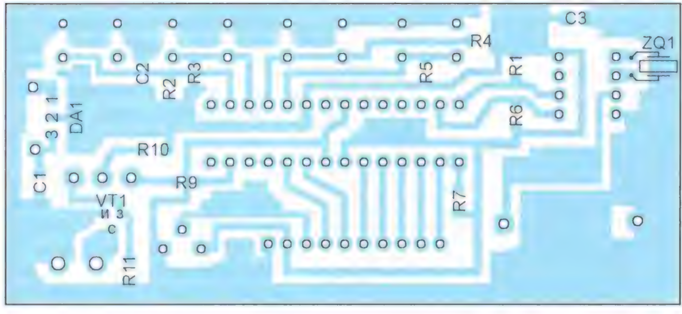


Рис. 1



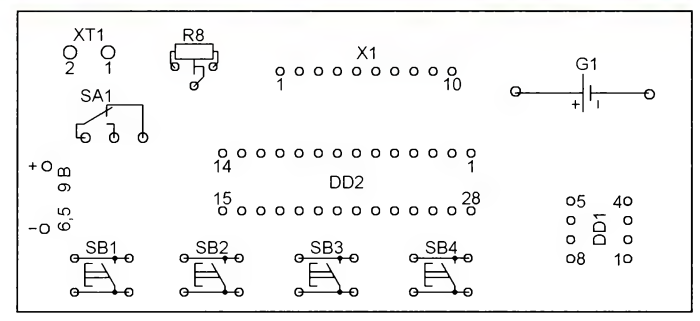


Рис. 3

CR2035, устанавливаемый в держатель CH224-2032.

Разъём X1 (однорядная угловая вилка PLS-10R и розетка BLS-10), через который к плате устройства подключают индикатор, применять не обязательно. Провода от индикатора можно припаять непосредственно к предназначенным для разъёма контактным площадкам на плате устройства.

В качестве базового алгоритма для выполнения астрономических расчётов использован Sunrise/Sunset Algorithm Example. — URL: **http://williams.best.vwh.net/sunrise_sunset_example.htm** (08.04.15). Как заявляют его разработчики, расчёты по нему возможны до 2050 г. В исходном варианте он обеспечивает расчёт моментов восхода и захода Солнца в заданной широтой и долготой точке местности. Однако использовать эти моменты для управления уличным освещением нелогично, так как в это время на улице достаточно светло. Поэтому разработанная на основе базового алгоритма программа рассчитывает моменты, когда Солнце находится на 6 град. ниже горизонта. В астрономии это соответствует понятию "гражданские сумерки" (начало утренних и конец вечерних).

По наблюдениям автора, освещение следует включать за 15...25 мин до окончания вечерних сумерек, а выключать с той же задержкой относительно начала утренних. Задержку подбирают экспериментально, исходя из особенностей естественного освещения в месте установки прибора.

Как известно, в высоких широтах наблюдаются явления полярного дня летом (Солнце в течение полных суток не опускается ниже линии горизонта) и полярной ночи зимой (Солнце постоянно находится ниже этой линии). Программа микроконтроллера эти явления учитывает, однако критерий их наступления иной — постоянное нахождение Солнца выше (летом) или ниже (зимой) уровня, расположенного на 6 град. ниже линии горизонта. Дополнительно к этому учитывается и задержка, задаваемая пользователем.

Ввиду того что рассматриваемое устройство предназначено для длительной работы без обслуживания, в программе микроконтроллера предусмотрена защита от возможного "зависания" вследствие случайного сбоя. Защита организована с помощью сторожевого таймера микроконтроллера, который срабатывает при превышении нормальной продолжительности выполнения основных программных циклов. В подобных случаях сторожевой таймер перезапускает микроконтроллер, что приводит к повторному старту программы.

Правильно собранное из исправных деталей устройство практически не требует налаживания. Единственная необходимая операция — установка оптимальной контрастности отображения информации на индикаторе с помощью подстроечного резистора R8.

После установки в панель на плате запрограммированного микроконтроллера (его конфигурацию устанавливают согласно **таблице**) на устройство подают питание. Наличие подсветки индикатора уже свидетельствует об отсутствии замыканий в цепи питания, однако желательно всё-таки измерить ток потребления, который должен лежать в указанных ранее пределах. Далее подстроечным резистором R8 устанавливают необходимую контрастность изображения. Если экран индикатора пуст или на него выведен хаотический набор символов, следует искать ошибки в монтаже либо неисправные элементы устройства.

Разряд	Сост.	Разряд	Сост.
BOOTSZ1	0	BODLEVEL0	1
BOOTSZ0	0	CKDIV8	0
BOOTRST	1	CKOUT	1
RSTDISBL	1	SUT1	1
DWEN	1	SUT0	0
SPIEN	0	CKSEL3	0
WDTON	1	CKSEL2	0
EESAVE	0	CKSEL1	1
BODLEVEL2	1	CKSEL0	0
BODLEVEL1	1		

При первом включении устройство автоматически переходит в режим ввода параметров. Их вводят в следующем порядке:

— текущая дата (число, месяц, год);
— текущее время (часы, минуты);
— номер часового пояса;
— широта (град.);
— долгота (град.);
— задержка относительно начала гражданских сумерек (мин).

В этом режиме в верхней строке индикатора отображается название вводимого параметра, а в нижней — его текущее значение и мигающий курсор. Нажатиями на кнопку SB1 или SB2 можно установить нужное значение, а с помощью кнопки SB3 или SB4 — возвратиться к вводу предыдущего параметра либо перейти к следующему.

Значения широты и долготы, состоящие из целой и дробной частей, вводят в два этапа. На первом этапе курсор установлен на старшую цифру целой части параметра, а каждое нажатие на кнопку SB1 или SB2 изменяет его значение на один градус в ту или другую сторону. Установив значение целой части, следует нажать на кнопку SB4, после чего курсор будет установлен на цифру десятых долей градуса, а нажатия на кнопку SB1 или SB2 станут изменять значение параметра на 0,1 град.

После ввода последнего параметра (задержки) и нажатия на кнопку SB4 установленные значения всех параметров будут записаны в память прибора. Дата и время — в регистры микросхемы DD1, остальные параметры — в EEPROM микроконтроллера. Затем устройство перейдёт в рабочий режим и начнёт управлять освещением.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38

Если в устройстве установлен микроконтроллер, ранее работавший в другом приборе, то при первом включении оно может не перейти автоматически в режим ввода параметров в связи с тем, что в EEPROM сохранилась занесённая туда ранее информация, которая воспринята программой как значения параметров. В этом случае устройство следует перевести в режим ввода принудительно. Для этого следует одновременно нажать и удерживать около трёх секунд кнопки SB1 и SB4. Так же поступают, если требуется изменить значения параметров в ходе работы устройства.

В рабочем режиме в верхней строке индикатора отображены текущие дата (в формате ДД-ММ-ГГ) и время (в формате ЧЧ:ММ). При этом разделительное двоеточие мигает с частотой около 1 Гц, что служит признаком нормальной работы программы. В нижней строке выведены расчётные моменты выключения освещения утром (слева) и включения его вечером (справа) в форматах ЧЧ:ММ. Пример показан на **рис. 4**,а. Символ "*" в центре второй строки (рис. 4,б) сигнализирует, что освещение включено.

Во время полярного дня во второй строке вместо расчётного времени

а) 25-02-15 15:42
07:09 18:17

б) 25-02-15 19:42
07:09 * 18:17

Рис. 4

выключения и включения освещения будет выведено сообщение "Полярный день", а освещение включаться не будет. Во время полярной ночи там будет выведено сообщение "Полярная ночь", а освещение будет включено круглосуточно. Но символа включённого освещения на ЖКИ не будет.

***От редакции**. Файл печатной платы и программа микроконтроллера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/07/swet.zip** на нашем FTP-сервере.*

Экономичное фотореле

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Вопросам экономии электроэнергии радиолюбители уделяют большое внимание — об этом свидетельствуют многочисленные публикации в журнале "Радио" с описанием фотореле — устройств для отключения освещения в светлое время суток.

Предлагаемое фотореле (его схема представлена на **рисунке**) имеет малое собственное потребление электроэнергии и подключается по двухпроводной схеме параллельно штатному выключателю. Устройство содержит мощный электронный ключ на симисторе VS1, подключённый параллельно штатному выключателю SA1. Работой симистора управляет слаботочный ключ на составном транзисторе VT2VT3, включённом в диагональ диодного моста VD4—VD7. Резистор R5 в эмиттерной цепи транзистора VT2 предотвращает работу транзистора VT3 в режиме с "оборванной" базой при закрытом транзисторе VT2. Слаботочный ключ включается базовым током транзистора VT2, протекающим через резистор R4. Как известно, коэффициент передачи тока базы составного транзистора равен произведению коэффициентов передачи транзисторов, его составляющих. У применённых автором транзисторов минимальное значение этого коэффициента равно 30, т. е. коэффициент передачи тока базы составного транзистора в данном случае не менее 900, что позволяет применить достаточно высокоомный резистор R4, при этом потребляемая устройством мощность не превысит 0,15 Вт в режиме ожидания, а после срабатывания фотореле — значительно меньше.

Светочувствительным элементом является фотодиод VD1, в качестве которого применён фотодиод инфракрасного диапазона ФД256, имеющий достаточную чувствительность и в видимой области спектра. На триггере Шмитта DD1.1 выполнен пороговый элемент. Порог срабатывания регулируют подстроечным резистором R1, конденсатор C1 повышает помехоустойчивость устройства. На элементе DD1.2, резисторе R3 и конденсаторе C2 выполнен узел задержки переключения реле, устраняющий ложные срабатывания при кратковременных засветках фотодиода, на элементе DD1.3 — инвертор для обеспечения необходимой логики работы, на транзисторе VT1 — выходной ключ. Питается микросхема DD1 от параметрического стабилизатора напряжения на стабилитроне VD3 и резисторе R4. Диод VD2 предотвращает разрядку фильтрующего конденсатора C3 при срабатывании фотореле.

Триггеры Шмитта микросхемы DD1 включены инверторами, и, на первый взгляд, их можно заменить инверторами из элементов 2И—НЕ или 2ИЛИ—НЕ микросхемы К561ЛА7 или К561ЛЕ5. Однако в данном устройстве такая замена некорректна. Напряжение на входах элементов DD1.1 и DD1.2 изменяется медленно: у первого — из-за плавного изменения уровня естественного освещения, а у второго — из-за большой постоянной времени цепи R3C2. Триггеры Шмитта имеют чёткий порог срабатывания, а у элементов логики в этом месте входной характеристики имеется зона неопределённости, когда один из входных транзисторов ещё не успел закрыться, а второй уже начал открываться. В результате возникает сквозной ток через транзисторы и ток, потребляемый микросхемой, резко возрастает. Входная цепь ключа на транзисторах VT2 и VT3 работает в режиме микротоков, и такое изменение режима работы микросхемы приведёт к сбоям в работе устройства.

Предлагаемое фотореле работает следующим образом. При подключении его к осветительной сети параллельно штатному выключателю SA1 в течение нескольких полупериодов выпрямленного диодным мостом VD4—VD7 тока будет заряжаться конденсатор C3. Когда напряжение на нём достигнет напряжения пробоя стабилитрона VD3 (в режиме микротоков оно меньше напряжения стабилизации, нормируемого при токе в несколько миллиампер), откроются транзисторы VT2 и VT3. Когда ток через транзисторы достигнет значения, достаточного для открывания симистора VS1, то он откроется, шунтируя и выключатель, и диодный мост VD4—VD7.

Конденсатор C3 будет подзаряжаться в начале каждого полупериода сетевого напряжения, пока симистор VS1 закрыт.

При подключении устройства конденсатор C2 разряжен, напряжение на входах элемента DD1.2 равно 0, напряжение на его выходе — лог. 1, а на выходе элемента DD1.3 — лог. 0, поэтому полевой транзистор VT1 закрыт и не оказывает никакого влияния на работу устройства.

Дальнейшая работа устройства определяется уровнем освещения фотодиода VD1. Если он (уровень) недостаточен, то обратное сопротивление фотодиода велико, на входах элемента DD1.1 присутствует уровень лог. 1, на выходе — уровень лог. 0, и никаких изменений в работе устройства не происходит — в начале каждого полупериода сетевого напряжения открывается симистор VS1, подавая напряжение на осветительную лампу EL1.

По мере повышения уровня освещения обратное сопротивление фотодиода VD1 снижается, и в какой-то момент напряжение на нём становится меньше порога срабатывания триггера Шмитта DD1.1 — на его выходе (вывод 3) появляется уровень лог. 1, при этом током через резистор R3 начинает заряжаться конденсатор C2. Через несколько десятков секунд (зависит от ёмкости конденсатора C2 и сопротивления резистора R3) напряжение на объединённых входах триггера Шмитта DD1.2 достигает уровня срабатывания, и на его выходе (вывод 4) появляется уровень лог. 0. В результате элемент DD1.3 переключается, на его выходе (вывод 10) появляется уровень лог. 1 и полевой транзистор VT1 открывается, шунтируя эмиттерные переходы транзисторов VT2 и VT3. В дальнейшем транзистор VT1 остаётся открытым, и через управляющий электрод симистора VS1 протекает ток, ограниченный резистором R4 до максимальной амплитуды менее 1 мА, что меньше тока открывания симистора.

При экспериментах по замене симистора ТС106-10-10 импортными симисторами выяснилось, что у отдельных экземпляров симисторов BT137-600E ток открывания меньше 1 мА, и симистор при нахождении фотореле в режиме ожидания открывается при достижении максимальной амплитуды сетевого напряжения, при этом лампа EL1 светит вполнакала. Для нормальной работы фотореле со столь чувствительным симистором сопротивление резистора R4 пришлось увеличить до 1 МОм.

При снижении уровня освещения обратное сопротивление фотодиода VD1 увеличивается, напряжение на входах элемента DD1.1 повышается и в какой-то момент триггер Шмитта DD1.1 переключается — на его выходе появляется уровень лог. 0. Конденсатор C2, заряженный до напряжения питания, начинает разряжаться через резистор R3. Через несколько десятков секунд напряжение на входах элемента DD1.2 снижается настолько, что элемент DD1.2, а вслед за ним и DD1.3 переключаются, на затворе транзистора VT1 появляется уровень лог. 0, и он закрывается, прекращая шунтировать эмиттерные переходы составного транзистора VT2VT3. В начале каждого полупериода он открывается и включает симистор VS1 — лампа EL1 при этом светит.

При кратковременных засветках фотодиода VD1 (например, фарами проезжающего автомобиля, вспышками молнии и т. п.) напряжение на полностью разряженном конденсаторе C2 не успевает сколько-нибудь существенно измениться — этим достигается высокая помехоустойчивость предлагаемого фотореле.

О деталях. Транзисторы MJE13002 и диоды 1N4007 извлечены из ЭПРА неисправной КЛЛ. Критерий для замены транзисторов: напряжение коллектор—эмиттер — не менее 400 В, максимальный ток коллектора — не менее 100 мА, статический коэффициент передачи тока базы $h_{21э}$ — более 25. Если этот параметр транзисторов менее 25, то сопротивление резистора R4 следует снизить до 200 кОм.

Требования к диодам VD4—VD7 — прямой ток не менее 100 мА, обратное напряжение не менее 700 В. Симистор ТС106-10 должен быть не менее 5-го класса по напряжению, т. е. выдерживать в закрытом состоянии напряжение не менее 500 В. При замене указанного на схеме симистора импортным необходимо учитывать коммутируемую мощность и иметь в виду то, что ток через холодную нить накаливания осветительной лампы в 5...10 раз превышает номинальный. При мощности нагрузки свыше 200 Вт симистор необходимо установить на теплоотвод.

Фотодиод ФД256 извлечён из СДУ старого телевизора. Фотодиоды видимой части спектра очень редко бывают в продаже, поэтому при отсутствии ФД256 стоит поэкспериментировать с ИК-фотодиодами других типов. Критерий пригодности — не менее чем десятикратное изменение обратного сопротивления при изменении освещения. Некоторые ИК-фотодиоды, применявшиеся ранее в промышленной аппаратуре, имеют неплохую чувствительность и в видимой части спектра. Очень хороши, например, ИК-фотодиоды, извлечённые из дымовых пожарных извещателей, например, типа ИП-212, в огромных количествах выбрасываемых при ремонте пожарной сигнализации, выработавшей установленный срок эксплуатации в учреждениях и организациях. Освещать фотодиод при экспериментах необходимо светодиодной лампой, имеющей минимальное излучение в инфракрасной области спектра.

Стабилитрон VD3 — любой маломощный с напряжением стабилизации 3,3...5 В, диод VD2 — любой маломощный кремневый. Транзистор КП501А заменим любым из серий КП501, КП504, КП505. Возможная замена микросхемы КР1561ТЛ1 — К561ТЛ1, 564ТЛ1 или импортный аналог CD4093B.

Постоянные резисторы — любого типа указанной на схеме мощности рассеяния (мощность рассеяния резистора R4 — 0,5 Вт — выбрана из соображений электрической прочности). Подстроечный резистор R1 при установке устройства внутри помещения — любого типа, при расположении вне помещения желательно применить резистор закрытой конструкции, например, СПО-0,15, СПО-0,5 или СП4-1. Для герметизации внутренней полости резистора на валик движка в месте выхода его из корпуса следует нанести слой технического вазелина или консистентной смазки ЦИАТИМ.

Конденсаторы C1, C3 могут быть любых типов, как плёночные, так и керамические, C2 — оксидный импортный (номинальное напряжение — 50 В — выбрано значительно выше рабочего из соображений обеспечения хорошей межобкладочной изоляции — чем выше номинальное напряжение, тем лучше изоляция, т. е. меньше ток утечки).

Устройство собрано на фрагменте универсальной макетной платы размерами 45×25 мм. При использовании исправных деталей и отсутствии ошибок в монтаже налаживание сводится к установке подстроечным резистором R1 желаемого порога срабатывания. Для защиты от атмосферных воздействий отрегулированная плата покрыта нитролаком в два слоя и помещена в корпус от пожарного извещателя ИП-212, имеющий неплохой внешний вид.

Автомобильные часы на микроконтроллере

А. АБРАМОВИЧ, г. Бикин Хабаровского края

Предлагаемые вниманию читателей часы имеют небольшие габариты и содержат минимум деталей. Они могут быть легко установлены в любом автомобиле.

Схема часов изображена на **рис. 1**. Они собраны на микроконтроллере PIC16F628A (DD1) и светодиодном индикаторе CA56-11YWA (HG1). Тактовый генератор микроконтроллера работает на частоте 32768 Гц, стабилизированной "часовым" кварцевым резонатором ZQ1.

Для уменьшения числа деталей катоды элементов индикатора подключены к порту B микроконтроллера через токоограничительные резисторы R7—R14 без дополнительных усилителей. К выводам RA0—RA3 через эмиттерные повторители на транзисторах VT2—VT5 подключены аноды разрядов индикатора. Кнопки SB1—SB3, предназначенные для установки точного времени, тоже подключены к выводам RA1—RA3. Последовательно с кнопками SB2 и SB3 установлены резисторы R3 и R4, защищающие порт A микроконтроллера от повреждения при случайном одновременном нажатии на две кнопки.

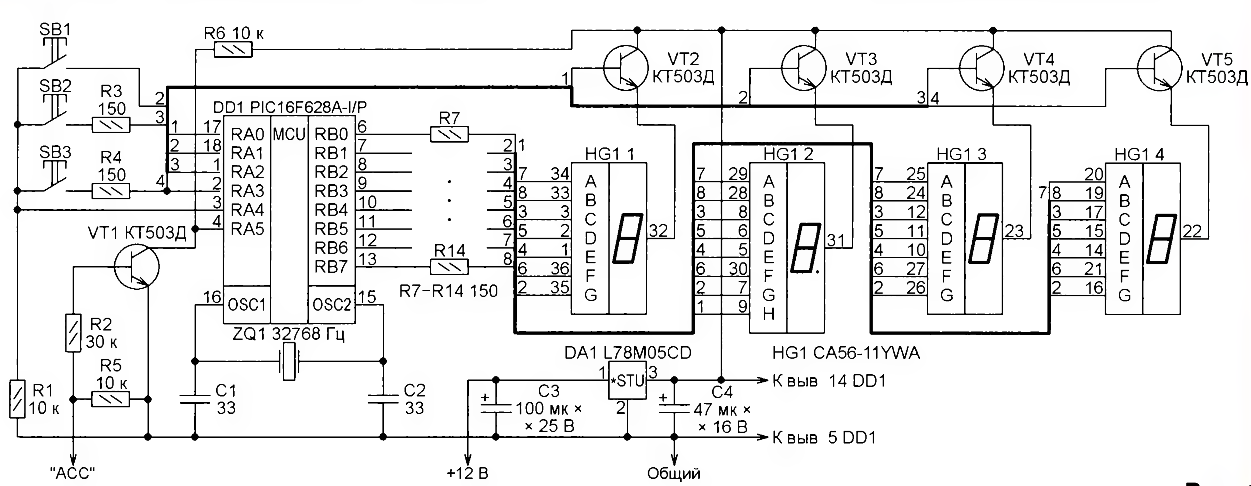
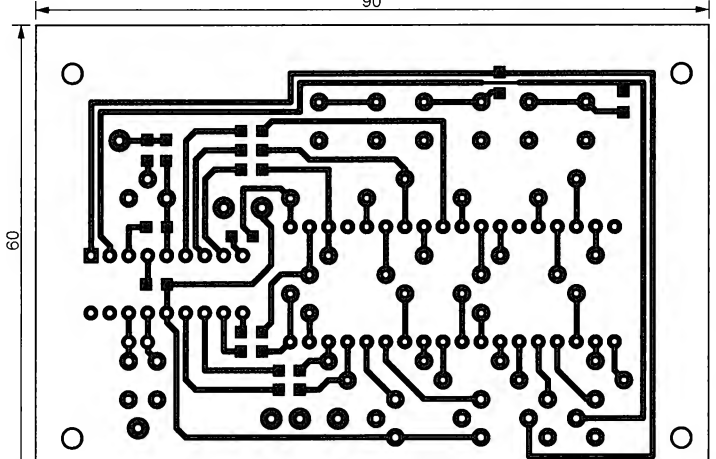
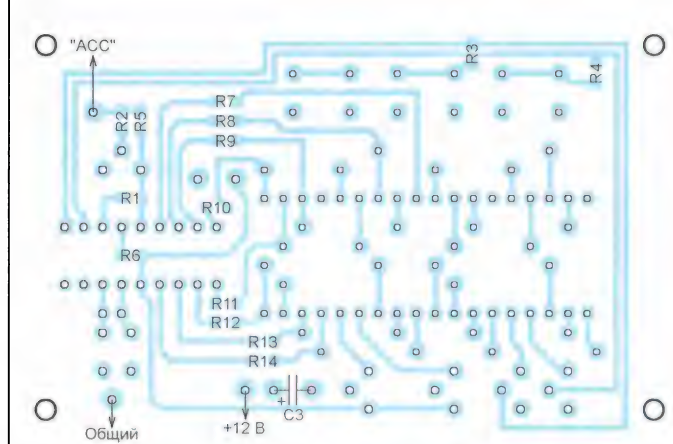
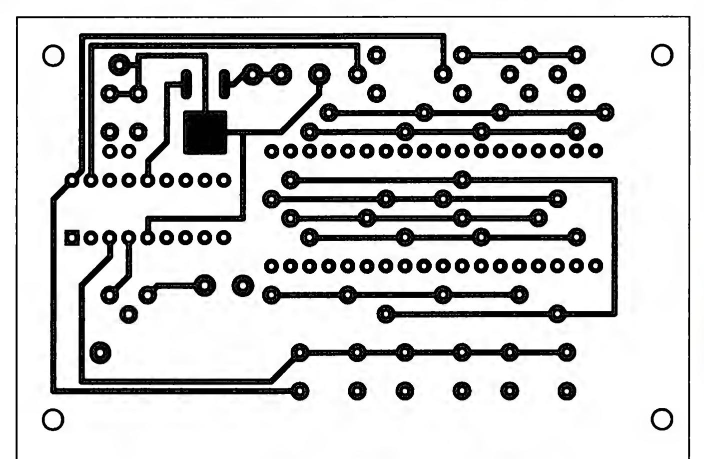


Рис. 1







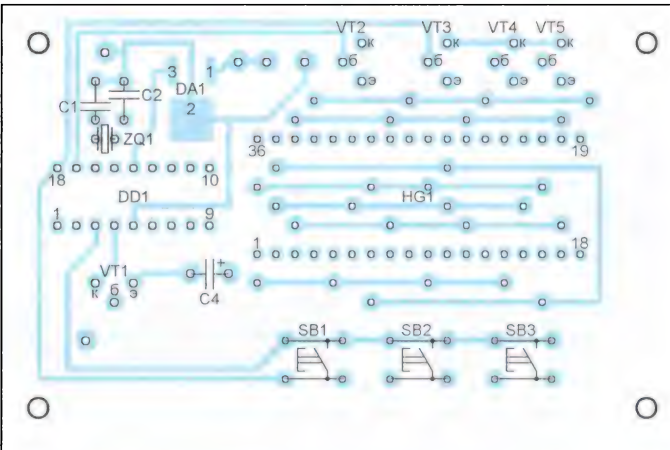


Рис. 2

Рис. 3

Поскольку светодиодный индикатор потребляет довольно значительный ток (до 70 мА), предусмотрена возможность отключения индикации. Она будет выключена при высоком уровне напряжения на входе RA5 микроконтроллера. В этом режиме потребляемый часами ток не превысит 4 мА. Уровнем напряжения на входе RA5 управляет ключ на транзисторе VT1. На базу этого транзистора через резистор R2 подают напряжение с вывода "ACC" замка зажигания. Когда зажигание выключено и напряжение на этом выводе нулевое, транзистор VT1 закрыт, индикация отключена.

Часы собраны на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. Чертёж платы изображён на **рис. 2**, а расположение элементов на ней — на **рис. 3**. Для уменьшения габаритов в часах использованы резисторы типоразмера 1206 для поверхностного монтажа, интегральный стабилизатор напряжения в корпусе DPAK, малогабаритные импортные конденсаторы.

Транзисторы КТ503Д можно заменить на транзисторы той же серии с другими буквенными индексами. Вместо индикатора CA56-11YWA допускается применить другой четырёхразрядный с общими анодами, например, CA56-11CGKWA.

Плату часов помещают в металлический или пластмассовый корпус подходящих размеров. Чтобы не изменять внешний вид панели приборов автомобиля, часы закрепляют липкой с двух сторон лентой на лобовом стекле в районе зеркала заднего вида. Соединительные провода прокладывают под обшивкой потолка салона и стойкой передней двери и выводят к замку зажигания.

Часы не нуждаются в настройке, при безошибочной сборке они должны начать работать сразу после подачи питания. При необходимости точность отсчёта времени корректируют подборкой конденсаторов C1 и C2.

***От редакции**. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/07/clock-a.zip** на нашем FTP-сервере.*

Удвоитель напряжения на микросхеме УЗЧ

Н. ХЛЮПИН, г. Киров

Иногда бывает необходимо от источника питания напряжением 12...14 В получить напряжение 24 В. Существуют специализированные микросхемы повышающих преобразователей, например LM2585, которые легко справляются с этой задачей. Однако, если к стабильности напряжения не предъявляется высоких требований, а потребляемый в выходной цепи ток не превышает 0,5 А, можно использовать более доступное решение. Принципиальная схема удвоителя напряжения показана на **рис. 1**. Он собран на дешёвой и распространённой микросхеме УЗЧ TDA2003 (отечественный аналог — микросхема 174УН14). Эти усилители широко применялись в бытовой аппаратуре раньше и применяются в настоящее время. Основное достоинство устройства — отсутствие накопительного дросселя или трансформатора. Конечно, стабильность выходного напряжения невысока, но, например, для питания электромагнитных реле или других исполнительных механизмов вполне достаточна.

За счёт введения положительной обратной связи через резистор R1 микросхема УЗЧ DA1 работает как генератор импульсов, близких по форме к прямоугольным. Частоту генерации задаёт конденсатор C3. При указанном на схеме номинале она равна примерно 5 кГц, а оптимальное значение — 3...5 кГц. При меньшей частоте потребуется увеличить ёмкость конденсаторов C4 и C5, а при большей, вследствие ограниченного частотного диапазона микросхемы, уменьшится КПД устройства.

Этот удвоитель целесообразно использовать при токе нагрузки 100...500 мА и напряжении источника питания 12...14 В, хотя микросхема TDA2003 может работать в интервале питающих напряжений 8...18 В. Без нагрузки потребляемый ток сравнительно большой — 30...35 мА, поэтому при токе нагрузке менее 50 мА существенно падает КПД преобразователя. Максимальный выходной ток — 1 А, но КПД при этом также снижается. Основные параметры устройства при напряжении питания 12 В представлены в **таблице**.

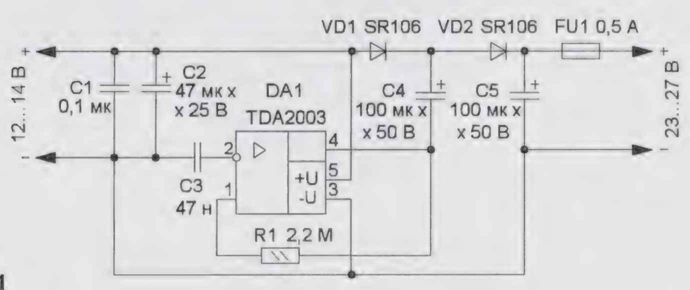
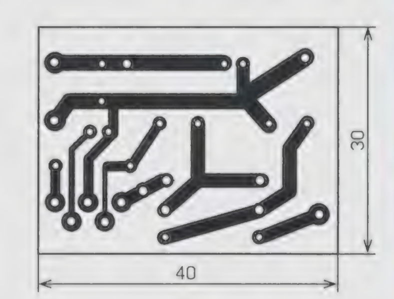


Рис. 1

Ток нагрузки, мА	Выходное напряжение, В	КПД, %
0	23,0	
90	21,8	86
170	21,1	83
250	20,7	82
320	20,0	80

Все элементы размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**. Применён резистор МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — импортные, C1 и C3 — К10-17. Диоды SR160 можно заменить диодами 1N5819 или аналогичными выпрямительными с барьером Шотки, допустимым током, в 3...4 раза превышающим ток нагрузки и допустимым обратным напряжением не менее 40 В. Если использовать обычные кремниевые диоды, выходное напряжение уменьшится примерно на 1 В. Для микросхемы нужно предусмотреть теплоотвод площадью несколько квадратных сантиметров или закрепить её непосредственно на корпусе устройства, если он металлический, при этом изоляционной прокладки не требуется. Для увеличения тока нагрузки до 500 мА конденсаторы C4 и C5 должны быть ёмкостью по 220 мкФ, для тока 1 А — ёмкостью по 470 мкФ, но тогда придётся применить плавкую вставку на ток 1 А.



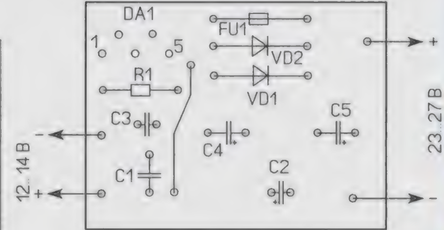


Рис. 2

Электронно-механические часы на основе шагового искателя

М. КОЛОДОЧКИН, г. Москва

В эпоху нанотехнологий и микроэлектроники лично для меня особую притягательность сохранили электромеханические изделия. Рядом с микрочипами они выглядят эдакими золотыми червонцами на фоне пластиковых банковских карт. Именно поэтому, обнаружив в радиохламе "древний" шаговый искатель, мне захотелось по дарить ему новую жизнь. На этот раз — в облике электронно-механических стрелочных часов.

Движущий механизм шагового искателя состоит из электромагнита с якорем, пружины и собачки. При поступлении импульса тока в обмотку электромагнита якорь притягивается к его сердечнику. При этом собачка опускается и переходит из паза одного зуба храповика в паз следующего. По окончании импульса тока якорь с помощью возвратной пружины возвращается в исходное положение, собачка поднимается и поворачивает храповик на один зуб. Положение храповика, а вместе с ним и ротора фиксирует стопорная пружина. Очередной импульс тока поворачивает ротор ещё на один шаг. В связи с преклонным возрастом моего шагового искателя указать его наименование могу лишь ориентировочно — ШИВ-25/4. Впрочем, сейчас это не имеет значения: главное, что его направление вращения со стороны ротора — по часовой стрелке.

Для превращения шагового искателя в часы остаётся жёстко соединить его ротор с валом минутной стрелки какого-нибудь часового механизма, в котором уцелели шестерни, связывающие минутную и часовую стрелки. Все контактные группы шагового искателя за ненадобностью удаляют.

Число зубьев на храповике моего шагового искателя — 52. Следовательно, чтобы ротор сделал полный оборот, нужно подать на обмотку электромагнита указанное число импульсов. Именно поэтому в часе будет 52 минуты , а необходимый период следования будет не одна секунда, а T = 3600/52 ≈ ≈ 69,230769 с. Для часов, имеющих декоративный характер, это можно считать вполне допустимым, кроме того, на точности хода это никак не сказывается.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Задающий генератор с кварцевой стабилизацией частоты собран на элементах DD1.1 и DD1.2. Элемент DD1.3 — буферный. При использовании кварцевого резонатора на частоту 1000 кГц потребуется коэффициент деления частоты 69230769. Понятно, что для шагового искателя другого типа это число может измениться. Делитель частоты с требуемым коэффициентом деления собран на счётчиках DD2 и DD3 и монтажном логическом элементе И на диодах VD2—VD8, резисторе R3 и D-триггере DD4.1.

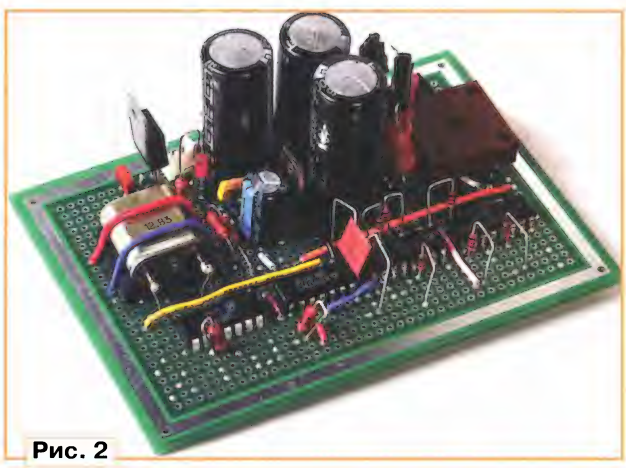


Рис. 2

DD1 К561ЛА7
DD2, DD3 К561ИЕ16
VD2—VD9 КД522Б
DD4 К561ТМ2

Рис. 1

Аноды диодов VD2—VD8 подключены к D-входу триггера DD4.1, в который по нарастанию импульса с выхода 2^0 счётчика DD2 записывается логический уровень, присутствующий на входе D (вывод 9) триггера. Когда на выходах счётчиков, к которым подключены катоды диодов VD2—VD8, будет высокий уровень, он появится и на входе D триггера DD4.1, и на его выходе. Этот сигнал обнуляет счётчики и переводит триггер DD4.2 в состояние с низким уровнем на инверсном выходе (вывод 2). В этот момент на выходе элемента DD1.4 появится высокий уровень, который откроет транзисторы VT1 и VT2, и питающее напряжение поступит на обмотку электромагнита Y1 шагового искателя. Через 0,5 мкс высокий уровень с выхода элемента DD1.3 возвратит триггер DD4.1 в исходное состояние, и счёт импульсов задающего генератора начнётся заново. А через секунду с небольшим сигнал с выхода 2^6 счётчика DD3 вернёт триггер DD4.2 в исходное состояние, и обмотка электромагнита будет обесточена. Далее цикл повторяется с требуемой периодичностью около 69 с.

Следует пояснить, как получить требуемый коэффициент деления. Катоды указанных диодов для получения требуемого коэффициента деления подключены к соответствующим выходам счётчиков DD2 и DD3. Чтобы определить эти выходы, надо перевести число, соответствующее коэффициенту деления, в двоичный код 69230769 = = 100001000000110000010110001. Диоды подключают к выходам тех разрядов, на которых присутствует 1. Поскольку младший разряд счётчика DD2 уже подключён к триггеру DD4.1, потребуются семь диодов (по числу оставшихся единиц в коэффициенте деления в двоичном коде). Катоды диодов подключают к выходам пятого (2^4), шестого (2^5), восьмого (2^7) и четырнадцатого (2^{13}) разрядов счётчика DD2 и выходам первого (2^0), восьмого (2^7) и тринадцатого разрядов (2^{12}) счётчика DD3.

Точность хода часов задаётся кварцевым генератором. Строго говоря, желательно точно подстроить его частоту под требуемый период следования выходных импульсов, который в нашем случае не определяется круглым числом. Однако удалось обойтись без подстроечных конденсаторов, поскольку реальная частота моего экземпляра кварцевого резонатора РК 170 на практике оказалась чуть меньше номинальной.

Цепь питания электромагнита (резистор R2 и два конденсатора C1 и C2 по 10000 мкФ) подключена к общему выпрямительному мосту VD1. В момент срабатывания эти конденсаторы обеспечивают резкий бросок тока через обмотку электромагнита, гарантируя помехоустойчивость устройства.

Большинство элементов смонтированы на макетной монтажной плате с применением проводного монтажа (**рис. 2**). Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — импортные, диодный мост — любой с максимально допустимым током не менее 250 мА, его можно собрать из отдельных диодов, например 1N4007. Диоды КД522Б можно заменить любыми маломощными малогабаритными. Над электромагнитом пришлось поколдовать. Он был рассчитан на напряжение 24...32 В, а я хотел обойтись сетевым адаптером с выходным переменным напряжением 12...15 В. Поэтому обмотку электромагнита пришлось перемотать до заполнения каркаса более толстым проводом — ПЭВ-2 0,7. Применён адаптер TEAC-48-121000V с выходным переменным напряжением 12 В. Поскольку электромагнит доступен, начальную установку времени можно осуществлять нажатиями на его якорь.

Ночник "Мотылёк"

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Конструкция ночника имитирует биение ночного мотылька, прилетевшего на свет лампы. "Мотылёк", поочерёдно подсвеченный разноцветными светодиодами, меняет свою окраску от салатового и жёлтого до красного и синего (**рис. 1** и **рис. 2**). Роль крыльев мотылька выполняет двойной бумажный лепесток, закреплённый на валу малогабаритного электродвигателя от CD-проигрывателя. При различной частоте вращения вала электродвигателя угол отклонения лепестка от вертикали будет различным. Поэтому, если питать двигатель импульсами тока определённого значения и смотреть на лепесток сбоку, вследствие инертности глаза вращательное движение лепестка будет восприниматься, как синхронные взмахи крыльев насекомого. Освещая лепесток разноцветными светодиодами, можно получить разные цвета окраски "мотылька".


Рис. 1

Рис. 2

Схема ночника представлена на **рис. 3**. Она состоит из двух частей: узла управления светодиодами HL1—HL4, который собран на двух таймерах DA1, DA2, транзисторах разной структуры VT1, VT2, и узла управления работой электродвигателя M1 (регулируемый стабилизатор напряжения) на стаби-

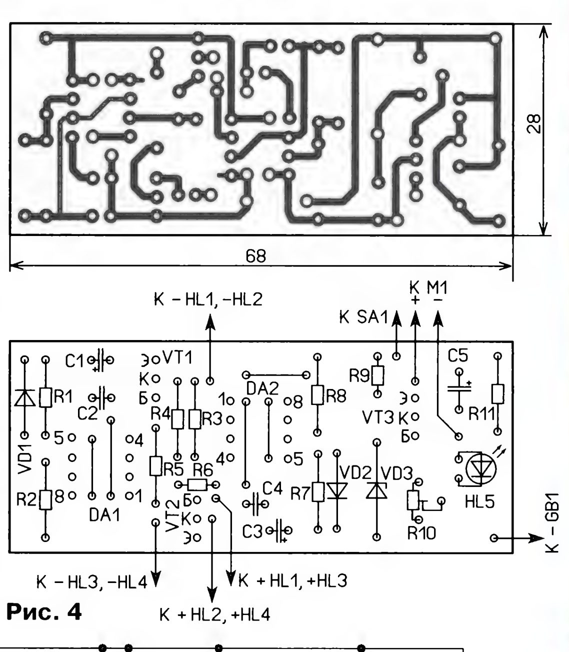


Рис. 4

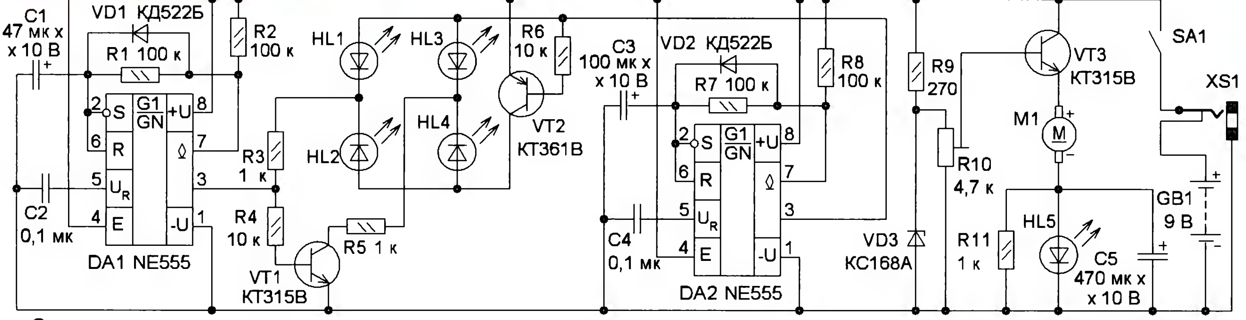


Рис. 3

литроне VD3 и транзисторе VT3. На каждом из таймеров собран генератор прямоугольных импульсов. Период следования импульсов первого генератора на таймере DA1 — около 7 с, второго, на таймере DA2, — около 14 с.

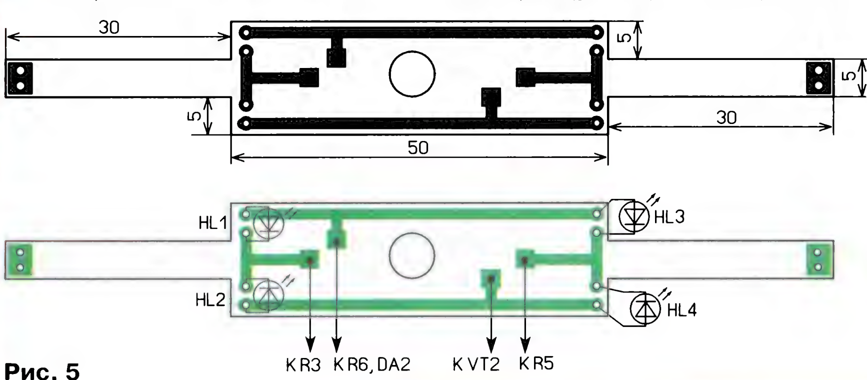


Рис. 5

Поясним на конкретных примерах работу устройства. Все диоды светят поочерёдно и поодиночке. Если на выходе первого генератора низкий уровень, а на выходе второго — высокий, транзисторы VT1 и VT2 закрыты и ток протекает через светодиод HL1, который светит. При появлении высокого уровня на выходе первого генератора откроется транзистор VT1, поэтому светодиод HL1 погаснет и включится светодиод HL3. Если на выходах обоих генераторов низкий уровень, транзистор VT1 закрыт, а VT2 — открыт, и будет светить только светодиод HL2. При появлении высокого уровня на выходе первого генератора откроется транзистор VT1 и загорится светодиод HL4.

Напряжение на эмиттере транзистора VT3 должно быть около 4,5 В, его устанавливают подстроечным резистором R10. Именно при таком значении возникают "взмахи крыльями". Когда мигающий светодиод HL5 вспыхивает, он формирует импульс тока через обмотку электродвигателя M1. Резистор R11 нужен для "смягчения" токовой нагрузки этого светодиода, а конденсатор C5 — для пуска двигателя после включения питания.

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный — СП3-19. Оксидные конденсаторы — импортные, остальные — К10-17. Транзисторы можно применить любые серий КТ315, КТ3102. Взамен диодов КД522Б можно применить любые маломощные выпрямительные или импульсные, стабилитрон — маломощный с напряжением стабилизации 5,6...7 В. Мигающий светодиод — синего цвета (предположительно DR5B3SSC).

Далее о конструкции ночника. Большинство элементов монтируют на двух односторонних печатных платах из стеклотекстолита. На первой (**рис. 4**) смонтированы все элементы, кроме светодиодов HL1—HL4, электродвигателя, выключателя и гнезда питания. На второй (**рис. 5**) — электродвигатель и светодиоды. Выключатель питания и гнездо установлены на стенке корпуса.

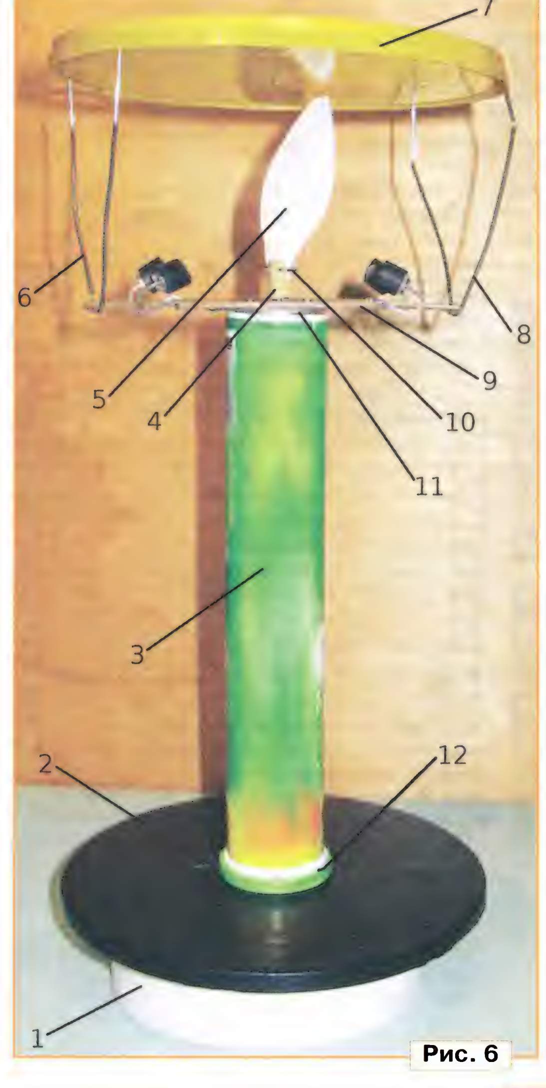


Рис. 6

Конструкцию ночника поясняет **рис. 6**. Электродвигатель 11 (с предварительно закреплённой на нём второй платой 9 и установленными светодиодами) вставляют в пластиковый цилиндрический контейнер 3, предварительно у него ножом срезают дно. Двигатель 11 крепят к плате винтами. Отверстия для них делают "по месту". Заранее печатные проводники заклеивают полосками скотча, чтобы предотвратить их замыкание через корпус двигателя. Первая плата установлена в основании 1, на стенках которого установлены выключатель питания и гнездо XS1. Межплатные соединения делают тонкими гибкими проводами, пропуская их внутри контейнера. На крышке 2 основания с помощью винта М3 закреплена крышка 12 контейнера 3, а уже в неё вставляют сам контейнер. Две V-образные стойки 6 и 8 для крышки 7 делают из стальной проволоки длиной 15...17 см и диаметром 1...2 мм. Стойки вставляют в крайние отверстия второй платы и припаивают к ней. Двойной лепесток 5 вырезают из белой бумаги, сложенной вдвое (габаритные размеры 20×45 мм). Лепесток вставляют в разрез резинового цилиндра 4 диаметром 5...6 и высотой 8...12 мм (изготовлен из ластика) и прижимают к нему с помощью П-образной скобы 10 (отрезок металлической канцелярской скрепки). Цилиндр 4 с усилием надевают на вал двигателя 11.

Налаживание устройства сводится к подборке конденсаторов C1 и C3 в интервале 22...220 мкФ для получения желаемой последовательности и длительности переключения светодиодов. Возможно, придётся также подобрать резистор R11 (0,5...1,5 кОм) и конденсатор C5 (220...1000 мкФ) для устойчивой работы электродвигателя в импульсном режиме. Светодиоды HL1—HL4 можно применить любого цвета свечения повышенной яркости, желательно в прозрачных корпусах диаметром 5 мм. На их корпус надевают отрезки непрозрачной трубки. Для получения равномерной подсветки "крыльев" мотылька в собранной конструкции светодиоды придётся поворачивать, экспериментально подбирая их расположение. Поэтому их выводы не обрезают, а изгибают в форме буквы "V". Источник питания — батарея Крона , 6F22. К гнезду XS1 можно подключить внешний сетевой источник питания, подойдёт и нестабилизированный напряжением 9 В.

***От редакции**. Видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/07/nochnik.zip** на нашем FTP-сервере.*

Микроконтроллеры MSP430. Измеритель RC

С. СОКОЛ, г. Мариуполь, Украина

Автор продолжает цикл статей о микроконтроллерах MSP430. Он считает, что читатели знакомы со всеми предыдущими статьями цикла [1—6] и имеют достаточно знаний, а за прошедшее время смогли обзавестись и некоторыми умениями. Поэтому, не останавливаясь слишком подробно на особенностях текстов программ, он дал больше информации о прикладном применении отладочной платы MSP-EXP430G2 LaunchPad.

В предлагаемой статье будет рассмотрен ещё один модуль микроконтроллера MSP430G2553, о котором в предыдущих статьях речь не шла. Это аналоговый компаратор Comparator_A+. Вот его особенности:

1. Мультиплексоры на инвертирующем и неинвертирующем входах компаратора позволяют подключать эти входы как к внешним выводам микроконтроллера, так и к внутренним источникам образцового напряжения.

2. RC-фильтр на выходе компаратора, подключаемый программно, уменьшает колебания выходного сигнала при близких значениях напряжения на инвертирующем и неинвертирующем входах.

3. Выход компаратора можно подключить к входу захвата Таймера А. Эта возможность очень полезна при использовании компаратора для измерения напряжения, о чём будет рассказано ниже.

4. Можно настроить модуль компаратора на генерацию запросов прерывания либо по нарастающим, либо по спадающим перепадам выходного сигнала.

Эти особенности дают возможность использовать модуль компаратора для выполнения точных аналого-цифровых преобразований методом прямого интегрирования, контроля напряжения питания и приёма внешних аналоговых сигналов.

Задача, которую предстоит решить в этой статье, формулируется так:

Реализовать на базе отладочной платы MSP-EXP430G2 LaunchPad, используя модули Comparator_A+ и Таймер А микроконтроллера, измеритель постоянной времени RC-цепи. Измеренное значение передавать в компьютер через COM-порт для вычисления неизвестного сопротивления или ёмкости. Производить вычисления и выводить их результаты на экран должна специально разработанная компьютерная программа.

Для начала рассмотрим регистры управления модулем компаратора Comparator_A+, которые будут использованы в программе микроконтроллера. Их всего три.

Регистр CAPD позволяет отключить входные и выходные цифровые буферы от тех выводов микроконтроллера, которые используются для ввода аналоговых сигналов. Это позволяет уменьшить общий ток, потребляемый микроконтроллером. Разряды этого регистра имеют названия CAPDx, где x — цифра от 0 до 7. Запись единиц в эти разряды отключает буферы выводов микроконтроллера, связанных с входами CA0—CA7 компаратора. Соответствие между этими входами и физическими выводами приведено в описаниях конкретных микроконтроллеров.

Регистр CACTL1 — первый регистр настройки модуля компаратора.

Его разряд 7 (CAEX) позволяет поменять местами входы компаратора, при этом выходной сигнал инвертируется.

Разряд 6 (CARSEL) указывает, на какой из входов подано образцовое напряжение от внутреннего источника. При одинаковых значениях разрядов CAEX и CARSEL образцовое напряжение поступает на неинвертирующий вход, а при разных — на инвертирующий вход.

Разряды 5 и 4 (CAREF1 и CAREF0) задают значение образцового напряжения:

CAREF1=0 и CAREF0=0 — генератор образцового напряжения выключен;

CAREF1=0 и CAREF0=1 — четверть напряжения питания;

CAREF1=1 и CAREF0=0 — половина напряжения питания;

CAREF1=1 и CAREF0=1 — около 0,5 В.

Разряд 3 (CAON) включает (CAON=1) или выключает (CAON=0) компаратор. Генератор образцового напряжения включается и выключается независимо от компаратора.

Разряд 2 (CAIES) задаёт перепад уровня на выходе компаратора, при котором генерируется запрос прерывания: CAIES=0 — нарастающий, CAIES=1 — спадающий.

Разряд 1 (CAIE) разрешает (CAIE=1) или запрещает (CAIE=0) запросы прерывания от компаратора.

Разряд 0 (CAIFG) — флаг запроса прерывания от компаратора. Снимается автоматически с началом обработки прерывания или может быть снят программно.

Регистр CACTL2 — второй регистр настройки модуля компаратора.

Его разряд 7 (CASHORT) используют для соединения между собой входов компаратора: CASHORT=1 — входы соединены, CASHORT = 0 — входы не соединены.

Разряды 6 и 2 (P2CA4 и P2CA0) задают подключение неинвертирующего (при CAEX=0) или инвертирующего (при CAEX=1) входа согласно **табл. 1**.

Таблица 1

P2CA4	P2CA0	Подключение
0	0	Нет
0	1	CA0
1	0	CA1
1	1	CA2

Таблица 2

P2CA3	P2CA2	P2CA1	Подключение
0	0	0	Нет
0	0	1	CA1
0	1	0	CA2
0	1	1	CA3
1	0	0	CA4
1	0	1	CA5
1	1	0	CA6
1	1	1	CA7

Разряды 5, 4, 3 (P2CA3, P2CA2, P2CA1) задают подключение инвертирующего (при CAEX=0) или неинвертирующего (при CAEX=1) входа согласно **табл. 2**. Соответствие между физическими выводами микроконтроллера и входами CAx указано в документации на конкретные микроконтроллеры.

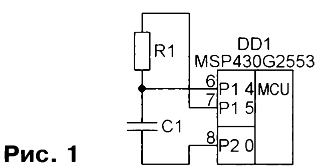


Рис. 1

Разряд 1 (CAF) включает (CAF=1) или выключает (CAF=0) выходной фильтр компаратора.

Разряд 0 (CAOUT) отображает состояние выхода компаратора. Запись в этот разряд не имеет смысла и игнорируется.

Для измерения постоянной времени интегрирующей цепи R1C1 подключим её к микроконтроллеру, как показано на **рис. 1**. На выходе P2.0 будем программно постоянно поддерживать низкий логический уровень. Применённое подключение обусловлено исключительно близостью выводов P1.4, P1.5 и P2.0 как на корпусе микроконтроллера, так и на разъёме платы LaunchPad. В принципе, вместо вывода P2.0 нужно было бы использовать общий провод.

В начальный момент времени на выводе P1.5 устанавливают напряжение высокого логического уровня, в результате чего конденсатор C1 начинает заряжаться через резистор R1. Через некоторое время (около 1,5 с) считают, что конденсатор полностью заряжен до напряжения питания микроконтроллера, и на выходе P1.5 устанавливают напряжение низкого уровня. Конденсатор C1 начинает разряжаться через резистор R1. Таймер A начинает отсчёт длительности разрядки.

Напряжение с конденсатора C1 поступает на вывод P1.4, который в рассматриваемом случае служит неинвертирующим входом CA4 компаратора. На инвертирующий вход компаратора подано образцовое напряжение, равное четверти напряжения питания. Когда напряжение на конденсаторе достигает образцового, уровень на выходе компаратора становится низким, что приводит к срабатыванию блока захвата/сравнения 1 Таймера A. Определив продолжительность разрядки конденсатора, программа вычисляет постоянную времени R1C1.

Конденсатор разряжается по экспоненте

$$U_c = U_{пит} \cdot \exp(-t/R1 \cdot C1),$$

где U_c — напряжение на конденсаторе; $U_{пит}$ — напряжение питания микроконтроллера; t — время.

Поскольку компаратор срабатывает в момент, когда U_c=0,25$U_{пит}$, вычисляем постоянную времени R1C1:

$$0{,}25U_{пит} = U_{пит} \cdot \exp(-t/R1 \cdot C1);$$
$$-t/R1 \cdot C1 = \ln 0{,}25 \approx -1{,}386;$$
$$R1 \cdot C1 = t/1{,}386.$$

В данном случае t — продолжительность разрядки конденсатора C1 от полного напряжения питания до его четверти. Зная постоянную времени и один из параметров RC-цепи (сопротивление или ёмкость), можно определить другой параметр.

Для измерения неизвестной ёмкости конденсатора C1 необходимо использовать резистор R1 известного с возможно большей точностью сопротивления. Соответственно для измерения сопротивления резистора R1 необходим конденсатор C1 известной ёмкости. Поскольку на зарядку конденсатора отведено около 1,5 с, необходимо выбирать конденсатор и резистор так, чтобы постоянная времени не превышала 0,5 с.

Теперь рассмотрим реализующую описанный алгоритм программу (**табл. 3**). Она сравнительно невелика. Подробно останавливаться на всех выполняемых её действиях не будем, поскольку читатели уже знакомы с большинством используемых конструкций. Остановимся только на работе с

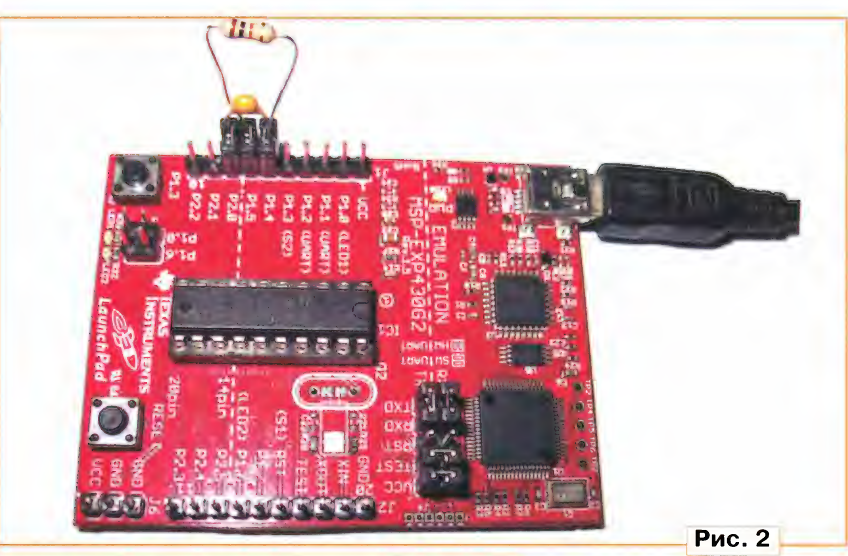


Рис. 2

Таблица 3

```
1  #include "msp430.h"
2
3  volatile unsigned long i;
4  unsigned long time;
5
6  #pragma vector=USCIAB0RX_VECTOR
7  __interrupt void UART_RX_ISR (void)
8  {
9   P1OUT |= BIT5;
10  for (i = 0; i < 100000; i ++);
11  P1OUT &= ~BIT5;
12  TA0CTL |= TACLR;
13  TA0CTL &= ~TAIFG;
14  TA0CCTL1 &= ~CCIFG;
15  time = 0;
16  while (~TA0CCTL1 & CCIFG)
17  {
18   if (TA0CTL & TAIFG)
19   {
20    time += 65536;
21    TA0CTL &= ~TAIFG;
22   }
23  }
24  time += TA0CCR1;
25  time = (time*1000)/1386;
26  for (i = 0; i < 4; i++)
27  {
28    while (~IFG2&UCA0TXIFG);
29    UCA0TXBUF = time;
30    time >>= 8;
31  }
32  IFG2 &= ~UCA0RXIFG;
33 }
34
35 void main( void )
36 {
37  WDTCTL = WDTPW|WDTHOLD;
38  BCSCTL1 = CALBC1_1MHZ;
39  DCOCTL = CALDCO_1MHZ;
40  P1DIR = BIT5;
41  P2DIR = BIT0;
42  P2OUT = 0;
43  P1SEL = BIT1|BIT2;
44  P1SEL2 = BIT1|BIT2;
45  UCA0CTL1 |= UCSSEL1;
46  UCA0BR0 = 104;
47  UCA0BR1 = 0;
48  UCA0MCTL = UCBRS_1;
49  UCA0CTL1 &= ~UCSWRST;
50  IE2 = UCA0RXIE;
51  CAPD = CAPD4;
52  CACTL1 = CAEX|CAREF0|CAON|CAIES;
53  CACTL2 = P2CA3|CAF;
54  TA0CTL = TASSEL1|MC1;
55  TA0CCTL1 = CM0|SCS|CAP|CCIS0;
56  __bis_SR_register(SCG0|SCG1
57           |CPUOFF|OSCOFF|GIE);
58  while (1);
59 }
```

компаратором и организации измерения.

Строки 51—53 настраивают модуль компаратора. Отключают цифровой буфер от входа CA4, переключают входы компаратора (теперь CA4 — неинвертирующий вход), включают внутренний источник образцового напряжения 0,25$U_{пит}$, включают компаратор и разрешают генерацию запроса прерывания по спадающему перепаду на его выходе, а также включают выходной фильтр.

Цикл измерения запускает компьютерная программа, посылая байт 0x00 на вход RXD модуля UART микроконтроллера. После приёма этого байта **строка 9** программы микроконтроллера устанавливает на выходе P1.5 высокий уровень, а **строка 10** выдерживает паузу длительностью около 1,5 с, после чего **строка 11** устанавливает на выходе P1.5 низкий уровень. Далее **строка 12** обнуляет счётчик таймера A, **строка 13** снимает флаг прерывания по переполнению счётчика, а **строка 14** — флаг захвата. В **строке 15** обнуляется переменная time, в которой будет подсчитываться время разрядки.

В **строках 16—23** реализован цикл ожидания события захвата Таймера A, которое происходит при спадающем перепаде уровня на выходе компаратора. Внутри этого цикла периодически проверяется флаг TAIFG, устанав-

ливаемый при переполнении Таймера A. Поскольку таймер работает с тактовой частотой 1 МГц, то в течение разрядки конденсатора он может переполниться несколько раз. Каждое переполнение увеличивает переменную time на 65536 единиц (**строки 18—22**).

Когда захват произошёл, **строка 24** добавляет к переменной time содержимое счётного регистра таймера A. Затем **строка 25** вычисляет постоянную времени по приведённой ранее формуле. Поскольку в используемом микроконтроллере отсутствует аппаратная возможность работать с дробными числами, операция деления на 1,386 заменена умножением на 1000 и последующим делением на 1386.

Затем переменная time, имеющая тип unsigned long длиной 4 байта, разбивается на отдельные байты, которые в **строках 26—31** модуль UART поочерёдно передаёт в компьютер.

Компьютерная программа RC-meter собирает принятые четыре байта в 32-разрядное слово, вычисляет значение ёмкости или сопротивления и выводит его на экран.

Для проверки программы был собран макет, показанный на **рис. 2**. Конденсатор C1 ёмкостью 0,1 мкФ ±5 % и резистор R1 сопротивлением 10 кОм ±5 % подключены к разъёму J1 платы LaunchPad съёмными перемычками из её комплекта. Связь модуля UART микроконтроллера с USB-портом компьютера организована с помощью имеющегося на плате LaunchPad преобразователя интерфейса.

Рис. 3

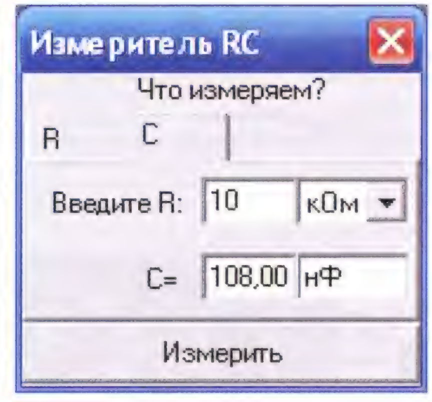


Рис. 4

Окна программы RC-meter представлены на **рис. 3** (измерение сопротивления) и **рис. 4** (измерение ёмкости). В первом случае необходимо ввести в соответствующую графу с клавиатуры известную ёмкость конденсатора и нажать на экранную кнопку "Измерить". Через некоторое время в нижней строке появится измеренное значение сопротивления резистора. Аналогично выполняют измерение ёмкости.

Если плата не подключена к компьютеру, при нажатии на экранную кнопку "Измерить" будет выдано сообщение об этом, а поле измеренного значения останется пустым.

Описанный принцип можно использовать, например, для измерения температуры или влажности с помощью резистивных датчиков, измерения уровня воды ёмкостным датчиком, в общем, работать с любыми датчиками, сопротивление или ёмкость которых изменяется в зависимости от измеряемого параметра.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Первые шаги. — Радио, 2012, № 12, с. 43, 44; 2013, № 1, с. 47—49.

2. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Снижаем энергопотребление. — Радио, 2013, № 2, с. 49—51; № 3, с. 51, 52.

3. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Необычный термометр. — Радио, 2013, № 5, с. 48—50; № 6, с. 51—53.

4. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Сенсорный регулятор яркости светодиода. — Радио, 2013, № 7, с. 49, 50; № 8, с. 53, 54.

5. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Хранение измеряемых параметров во FLASH-памяти. — Радио, 2014, № 3, с. 51—54.

6. **Сокол С.** Микроконтроллеры MSP430. Регистратор напряжения. — Радио, 2014, № 4, с. 51—54.

***От редакции**. Программа микроконтроллера и компьютерная программа RC-meter имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/07/RC-meter.zip** на нашем FTP-сервере.*

Электронное реле указателя поворотов для электровелосипеда

К. СТЕПАНОВ, г. Таганрог

За последние несколько лет широко вошли в эксплуатацию электровелосипеды с приводом от электродвигателя на напряжение 48 В (и другие) мощностью от 250 Вт и более, и их популярность по сравнению с бензиновыми скутерами постоянно растёт. В большинстве случаев электровелосипед оборудован только фарой и звуковым сигнализатором. В вечернее и ночное время водители автотранспорта при повороте попросту не видят вытянутой руки велосипедиста, что крайне опасно. Кроме того, установленного сзади одного светоотражателя красного цвета также недостаточно.

Свой электровелосипед Pioneer-Breeze я дооборудовал электронным реле указателя поворотов, рассчитанным на бортовое напряжение 48 В (четыре аккумуляторных батареи по 12 В каждая). Для визуального контроля как исправности, так и работы указателя сигнальные (контрольные) индикаторы задних указателей установлены на корпусе фары. Кроме того, в пассивный задний отражатель встроил светодиоды, включённые параллельно с фарой, так как согласно ПДД в тёмное время ездить необходимо с включённой фарой, и нет смысла разделять включение фары и заднего габаритного огня.

Схема устройства представлена на **рис. 1**. На транзисторах VT1 и VT2 собран несимметричный мультивибратор, частоту переключения которого задают резисторы R3 и R4 и конденсатор C1. Для указанных номиналов средняя частота генератора — около 1 Гц, её можно изменить подстроечным резистором R3 (плавно) или подборкой конденсатора C1 (грубо). Каждый из указателей содержит цепь из последовательно включённых светодиодов оранжевого цвета. Передний правый указатель собран на светодиодах HL1—HL12, передний ле-

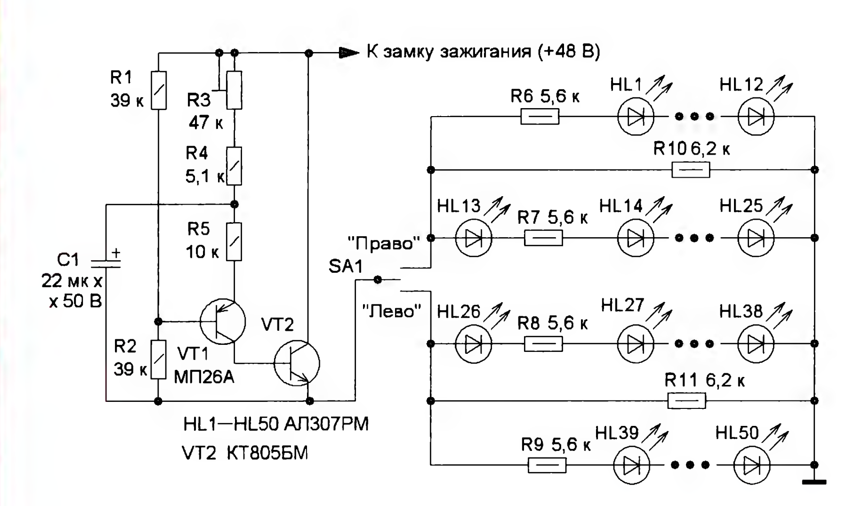


Рис. 1

Рис. 2

вый — на светодиодах HL39—HL50, задний правый — на светодиодах HL14—HL25, задний левый — на светодиодах HL27—L38. Светодиоды HL13 и HL26 — индикаторы исправности задних указателей и включены в цепи заднего правого и заднего левого указателей соответственно. Индикаторов исправности передних указателей нет, поскольку они и так видны. Резисторы R6—R9 — токоограничивающие. Резисторы R10 и R11 обеспечивают устойчивую работу мультивибратора.

В исходном состоянии подвижный контакт переключателя находится в нейтральном положении, и устройство ток не потребляет. При переводе переключателя в одно из крайних положений начинает работать мультивибратор и соответствующие светодиоды вспыхивают. Потребляемый ток в это время — 30...40 мА. Работоспособность устройства сохраняется при изменении напряжения от 42 до 60 В и температуре 5...40 °C.

Большинство элементов установлены на печатной плате (**рис. 2**) из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный — СП3-19, конденсатор — импортный. Транзисторы можно применить маломощные соответствующей структуры с максимально допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 60 В. Светодиоды — оранжевого цвета свечения (например, АЛ307ММ), но можно применить и белого свечения, поместив их в оранжевый фонарь (**рис. 3** и **рис. 4**), но сопротивления токоограничивающих резисторов должны быть меньше в два раза. Переключатель SA1 — от мопеда (крепление подходит и к велосипедному рулю). В некоторых моделях велосипедов корпус не используется в качестве общего провода, в этом случае необходимо провести отдельный провод −48 В.



Рис. 3

Рис. 4

Следует отметить, что есть модели электровелосипедов, у которых напряжение бортовой сети другое. Чтобы адаптировать указатель к ним, надо изменить номиналы некоторых элементов, приведённых в **таблице**, и изменить схему подключения светодиодов или их число. Для напряжения бортсети 24 В число светодиодов в каждой цепи уменьшают до восьми (с учётом индикаторных). Для напряжения 12 В цепь указателя должна состоять из двух параллельных цепей, по четыре светодиода в каждой.

Сопротивление, кОм, при напряжении питания		
Элемент	24 В	12 В
R1	3	2
R2	13	10
R3	3,3	3,3
R4	3,9	1
R6—R9	0,56	0,15
R5	1	1

РАДИО
E-mail: mail@radio.ru
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
о связи

Старый Новый год по версии журнала "Радио", или особенности национального контестинга

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Название этой статьи взято из сообщения Владимира Рябова (RA4LW), размещённого в теме ONY-2015 на форуме сайта QRZ.RU после окончания этих соревнований. Вот что он написал там:

"Если бы не было соревнования по имени ONY, то его стоило бы придумать... Команда UA4M, по традиции, подошла к контесту празднично и с отличным настроением. Основные операторы собрались вечером. Предстароновогодний (во загнул!) ужин прошёл очень весело... Тут была и Мальвина ака RW4LE, и Снегурка — RN4LP. Из далёкого Ижевска подъехал с сыном Серёжкой Боб Марли (очень похож на RN4WA). На память решили сделать общий снимок — Дед Мороз и названные персонажи у ёлки в шэке.

С утра подъехали RU4LM и RW4LR... Контест, по обычаю, прошёл в шикарном темпе. Корреспондентов было "работать — не переработать" (средний рэйт — 300 QSO в час). Просто великолепные соревнования! Показалось, что 21—28 МГц не успели до конца открыться, но это не испортило общего настроя. Было ОЧЕНЬ много знакомых позывных, знакомых станций.

В итоге у нас заявлено 107427 очков. Спасибо журналу "Радио" за то, что каждый год даёт посыл собраться, общаться и с удовольствием контестить!"



Команда UA4M — ONY надо встретить весело!

Надо сразу отметить, что после проверки поступивших отчётов итоговый результат стал 97040 очков. Это обеспечило весёлой команде радиостанции UA4M первое место в группе станций с несколькими операторами (HIGH POWER). Добрые комментарии в адрес нашего контеста поступили и от многих других участников. Вот цитаты из их сообщения (из той же темы на сайте **QRZ.RU**):

"С удовольствием поработал в соревнованиях несмотря на простуду. Начал, правда, уже поздно, да перерывов получилось много. Но в целом контест понравился. И прохождение хорошее, и много участников было. Мой результат весьма скромный." — UA3RE.

"Контест замечательный! Всего четыре часа — больше и не надо. Получить удовольствие уже хватает, а плюс — динамика контеста. Работал без кластера, в основном попробовал на CQ (LP CW). Всем спасибо!" — RT3O.

"Очень замечательный контест-игра и встреча друзей одновременно! Чуть-чуть не дотянул до 400 QSO..." — UA9LAO.

"В конце контеста что-то случилось с "сеткой" — пришлось перезагружать компьютеры. Потерял минут семь и из-за этого не дотянул чуток до 400 связей. Народу много, реально не успеваешь всех взять, даже в два радио." — RU4SS.

"На 15 метрах под конец "распогодилось", и темп дошёл до 230 QSO. А в 08.50 из мёртвой зоны упал на голову RA9MX и "затоптал" наглухо. Пришлось отстроиться, но темп уже упал. Всего 324 QSO..." — UA9AL.

"Вот это контест — четыре часа пролетели незаметно! Так бы всегда! Все разговоры в соседней ветке про то, как надо Кубки организовывать, становятся смешными. Ничего не надо организовывать, никого призывать — нравится людям контест и не нужны им звания и разряды. Работают себе, массовость офигенная! Спасибо всем за QSO!" — RA9MX.

"Я на эту зиму без НЧ-антенн остался. Ещё и трайбэндер замёрз в направлении Ю-З..." — UA9AU.

"На мой взгляд, этот контест стал самым лучшим из всех российских (RDXC не считается). И темп, и много старых друзей встречается — все успевают передать поздравления и пожелания! 5 баллов!" — R3KM.

"Два раза выключали свет, потом возня с перезапуском компьютеров и сети. Потеряли больше 40 минут, а последний час работали только с одного рабочего места. Всего 365 связей, на ВЧ прохождение открылось к самому завершению. Активность — супер!" — RY3S.

"В начале контеста обрубили свет. Затем около 9 MSK дали. Поработал немного телеграфом. А потом ко мне приехали, и уже девочки работали без меня. Контест понравился. Главное все участники весёлые и бодрые!" — RA3SI.

"Контест отличный. Дефицита в корреспондентах нет. И средний темп под четыре связи в минуту, что в PH, что CW. Молодцы, радиолюбители!" — RU4AA.

"Вот незадача — мебель привезли и всё... Поработать серьёзно не получилось — всего 61 QSO." — UA9KJ/6.

"Супруга спала утром, и я не стал включать усилитель мощности. Так и отработал весь контест на 17 Вт." — R5AM.

Ну а теперь об итогах ONY-2015. В этом году в них прислали свои отчёты более 600 радиостанций из 32 стран. В группе CW HIGH лучшим был Роман Ткаченко (UW2M) из украинского города Рубежное Луганской области, а в группе CW LOW — хорват Ивица Новак (9A1AA) из города Белишче. У тех, кто работал SSB, в группе HIGH на первом месте Виктор Василенко (UA4S) из города Волжск Республики Марий Эл, а в группе LOW — Виталий Пашков (RJ3DC) из подмосковного города Железнодорожный. Среди тех, кто использовал CW и SSB, в группе HIGH победил украинский коротковолновик Анатолий Бабич (UW1G) из города Херсона, а в группе LOW — Сергей Свердлов (RK9UE) из Кемерово.

Среди ветеранов радиолюбительского движения (стаж 50 и более лет) в группе HIGH лучшим был Юрий Кашлатый (R3ZV) из города Алексеевки Белгородской области, а в группе LOW — Роланд Штанге (DL4ME) из немецкого города Гераберга.

У команд коллективных радиостанций в группе HIGH победил коллектив UA4M из Димитровграда Ульяновской области, а в группе LOW — коллектив RK5D из подмосковного города Королёва.

Среди наблюдателей лучшим был Рафал Обрзуд (SP7-003-24) из польского города Зырардов.

В радиолюбительских кругах уже многие годы идёт дискуссия на тему "умирает ли CW". Итоги участия коротковолновиков в соревнованиях, где по зачётным группам чётко видны их предпочтения, явно говорит о том, что это случится не скоро. Например, в ONY-2015 "чистых телеграфистов" почти в два раза больше, чем "чистых телефонистов". А если принять во внимание и тех, кто использовал обе моды, то эта разница возрастёт до трёх раз!

Результаты тех, кто вошёл в десятки сильнейших, приведены в таблице (по группам — место, позывной, число связей, результат). Результаты всех участников этих соревнований есть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/2015-3-8.shtml** на сайте журнала "Радио".

SINGLE-OP CW HIGH

1	UW2M	574	53914
2	R3EG	499	47409
3	LY6A	489	46155
4	RT3T	469	44514
5	YR1A	455	42996
6	UA6CC	448	42256
7	DL4UNY	434	41241
8	UD8A	422	40175
9	UA1AFT	416	38815
10	RM4R	406	38189

SINGLE-OP CW LOW

1	9A1AA	416	40268
2	UA2FL	430	40238
3	RT9S	407	38702
4	RG5A	372	35298
5	UR7MZ	365	35058
6	RU4SS	365	34530
7	RA9AP	353	33820
8	UA3LID	341	32550
9	UT3IZ	332	31554
10	5B/RN3QO	331	30932

SINGLE-OP SSB HIGH

1	UA4S	399	35020
2	RC5Z	367	32472
3	RM4HZ	368	32267
4	R8IA	359	32043
5	UI6A	349	30493
6	RA9JBA	328	28565
7	RZ9JZ	326	28278
8	RU9CC	311	27787
9	R9YA	315	27769
10	R0SR	316	27767

SINGLE-OP SSB LOW

1	RJ3DC	301	26999
2	UT7E	282	24979
3	RW9DX	284	24910
4	RA7M	262	23068
5	UA3BL	259	22854
6	RA1ANY	262	22796
7	R4FD	252	22412
8	RC2T	249	21989
9	RA3RBL	245	21675
10	R4IB	242	21203

SINGLE-OP MIXED HIGH

1	UW1G	693	63947
2	R2AA	592	54554
3	UA9MA	549	50223
4	UP0L	504	46135
5	RK9AX	485	44350
6	R3KM	471	43063
7	UY5ZZ	457	43027
8	RL4A	451	41544
9	RY7Y	454	41416
10	YT4W	419	40065

SINGLE-OP MIXED LOW

1	RK9UE	375	33921
2	RA9DZ	366	33564
3	RA9MX	360	33030
4	RT0R	346	31627
5	UT7NW	341	31371
6	RZ8U	331	30798
7	RA3Y	320	29668
8	R7MM	311	29276
9	R3ZW	311	28819
10	RW3AI	310	28673

SINGLE-OP 50 HIGH

1	R3ZV	446	41513
2	R3AT	367	34701
3	RK3ER	352	33171
4	LZ1ND	331	30282
5	R9UA	324	28981
6	RA3TT	278	26460
7	RW3WR	274	25513
8	US4EM	272	24193
9	ER2G	228	20358
10	LZ2WP	209	19097

SINGLE-OP 50 LOW

1	DL4ME	336	31460
2	OK2QX	323	30721
3	RO5O	309	29148
4	UA9R	322	28312
5	UA3QAM	276	26382
6	EU6DX	279	26150
7	UN6P	291	25749
8	EU6AA	261	24505
9	UA6HZ	244	23058
10	RY5WH	245	22793

MULTI-OP HIGH

1	UA4M	1057	97040
2	RT5G	883	81890
3	UF4M	795	72992
4	RF9C	649	59104
5	RN9T	495	45056
6	RC9J	495	44942
7	RK9CYA	481	43872
8	UA0AYA	372	34555
9	RD0W	368	33552
10	RO9T	241	21365

MULTI-OP LOW

1	RK5D	378	34211
2	UA3S	338	30311
3	UN8LWZ	299	26091
4	RZ9UZV	243	21174
5	RY4A	226	19716
6	RM3X	209	18989
7	UR4RXJ	181	16689
8	RK3G	110	9846
9	RZ3DZI	102	8902
10	RL9M	103	8588

SWL

1	SP7-003-24	221	20343
2	R3E-229	129	12042
3	R3D-017-KV	49	4675
4	US-Q-2115	31	2743

Мемориал "Победа-70" в Музее Героев

Юрий КРОПОТОВ, г. Москва

Зародившийся сорок лет назад в стенах редакции журнала "Радио" радиолюбительский мемориал "Победа" в настоящее время совместно проводят Союз радиолюбителей России и журнал "Радио". В этом патриотическом мероприятии активное участие принимает Союз радиолюбителей Вооружённых сил, а последние годы мемориалу "Победа" информационную поддержку оказывает и Росвоенцентр при Правительстве РФ.

В этом году в московском Музее Героев на Поклонной горе в рамках мемориала "Победа-70" прошёл день радиолюбительской активности с участием команды мемориальной станции RP70M. Он состоялся при поддержке Фонда Героев Советского Союза и Героев России имени генерала Е. Н. Кочешкова. Об этом событии рассказывает внештатный сотрудник Росвоенцентра при Правительстве РФ Юрий Васильевич Кропотов.

Поддерживая радиолюбительский мемориал "Победа-70", Росвоенцентр при Правительстве РФ удовлетворил заявку редакции журнала "Радио", выделив для награждения радиолюбителей — ветеранов Великой Отечественной войны и наиболее активных участников мемориала книги "Города-Герои. Города воинской славы". Эта книга была издана в соответствии с "Государственной программой патриотического воспитания граждан РФ на 2011—2015 гг.". Ценность данного издания заключается в том, что главы администраций и мэры Городов-героев и Городов воинской славы на её страницах рассказали о героическом и славном участии своих городов в Великой Отечественной войне. Рассылку книг организовал через своё QSL-бюро Союз радиолюбителей России. Чтобы материал на местах был получен вовремя, тексты о Городах воинской славы, изложенные в этой книге, президент Союза радиолюбителей Вооружённых сил, член организационного комитета мемориала "Победа-70" С. В. Смирнов отправил в адреса мемориальных команд по электронной почте.

А 4 мая организаторы мемориала "Победа-70" при поддержке Фонда Героев Советского Союза и Героев России имени генерала Е. Н. Кочешкова провели день радиолюбительской активности в московском Музее Героев. Это далеко не первая акция Фонда Героев в интересах военно-патриотических программ. Так, в феврале этого года благодаря поддержке Фонда Героев была проведена конференция Союза радиолюбителей Вооружённых сил, нацеленная на развитие дипломной программы "Славные дни России". В мероприятии, организованном 4 мая, приняли участие члены мемориальной команды Москвы RP70M, радиолюбители Москвы и Московской области, детские и подростковые коллективы Москвы.

На "круглом столе" собравшихся приветствовали Герой Советского Союза А. М. Райлян, Герой России капитан 1-го ранга А. С. Астапов, заместитель председателя Совета ветеранов Службы связи Военно-Морского флота контр-адмирал Б. Н. Колодкин, главный редактор журнала "Радио" В. К. Чуднов, директор московского музея имени Э. Т. Кренкеля Е. В. Суховерхов, директор музея Героев И. Н. Можайцев, председатель радиоклуба "Пятый океан" С. В. Сушко.



Владимир Фёдорович Варламкин (RX3AMW) работает на мемориальной радиостанции.

Президент Союза радиолюбителей Вооружённых сил гвардии подполковник С. В. Смирнов (RK3BJ) в своём выступлении рассказал о текущей деятельности Союза, об экспедиции "Ледовое побоище" 18 апреля с. г. в День воинской славы России в г. Переславль-Залесский — родину Александра Невского. Сергей Викторович вспомнил и поездку 22 августа прошлого года в село Дединово на День Российского флага. Особый колорит празднику тогда придала лодочная программа на воде, организованная воспитанниками Дединовского морского кадетского корпуса "Орёл". День Российского флага в селе Дединово отмечается не случайно. В этом дворцовом ловчем селе на берегу реки Оки в 1668 г. при царе Алексее Михайловиче, отце Петра I, был построен первый реестровый корабль России "Орёл", и на нём впервые был поднят трёхцветный бело-сине-красный флаг. Проведение радиолюбительских экспедиций в Дединово в День Российского флага — это историко-патриотический проект. Сергей Викторович напомнил членам Союза о решении февральской конференции провести в сентябре совместно с Московским радиоклубом экспедицию на Куликово поле, посвящённую Куликовской битве. Участники встречи с интересом прослушали его информацию о перекличке Городов-Героев и Городов воинской славы в радиолюбительском эфире 3 мая при открытии мемориала "Победа-70".

Руководитель детского объединения "Юный радист" детско-юношеского центра "Медведково" Б. И. Таранченко (RN3BX) рассказал о достижениях и организационных проблемах своего коллектива. В традициях объединения — проводить радиоэкспедиции, посвящённые Бородинской битве. Их оригинальный дипломный проект, посвящённый 200-летию Бородинской битвы, вызвал большой интерес в радиолюбительской среде.

Председатель местного отделения Союза радиолюбителей России "Крюково", мастер спорта РФ по радиосвязи на КВ, чемпион России по радиосвязи на КВ 2014 г. Д. А. Гурьянов (RA3ATX) поделился впечатлениями об участии в Днях радиолюбительской активности, проходивших в апреле и посвящённых 120-летию открытия

А. С. Поповым радио. В эфире были представлены юбилейные радиостанции, использующие временные позывные сигналы R120RA—R120RZ (всего 28 станций). Командой Москвы использовался позывной сигнал R120RM. По мнению Дмитрия Александровича, победителями этих соревнований станут команды Москвы, Челябинска и Кирова. Хочется заметить, что День радио — неизменный спутник Дня Победы в Великой Отечественной войне. В 1945 г. — году 50-летия открытия радио — 7 мая было объявлено днём профессионального праздника связистов и специалистов смежных специальностей — Днём радио.

В течение всего дня радиолюбительской активности в Музее Героев работала радиолюбительская станция, и все радиолюбители, участники встречи имели возможность поработать мемориальным позывным команды города Москвы RP70M. Связь с мемориальной станцией RP70VA города воинской славы Вязьмы провёл член Совета ветеранов Службы связи Военно-Морского флота В. Ф. Варламкин. Валерий Фёдорович родом из Вязьмы, и разговор в эфире состоялся предметный. Земляки сообщили, что в Вязьме готовятся к участию во Всероссийской акции "Эстафета Вечного огня". Вечный огонь планируется зажечь на центральной площади Вязьмы у памятника генералу Ефремову, погибшему при обороне города.

Активными наблюдателями работы мемориальной станции RP70M в Музее Героев стали подростки, члены детской радиостанции Центра социальной помощи семье и детям "Печатники", приехавшие на встречу со своим руководителем В. Н. Лозининым (RL3BS).

Председатель секции города Москвы и Московской области Союза радиолюбителей Вооружённых сил, координатор радиолюбительского мемориала "Победа-70" по Москве В. Г. Трифонов (RV3AGB), подводя итоги работы этой станции, сообщил, что за пять часов её работы в эфире было проведено 490 связей.

Во встрече приняла участие команда подростков из школы № 709, приехавшая под руководством А. Р. Насирова. Этот коллектив готовится к военно-исторической экспедиции по рекам русского севера — Пушме, Юг, Северной Двине. Поход пройдёт от деревни Лодейно (родина маршала И. Конева) через Великий Устюг и Медведки (родину адмирала Н. Кузнецова) до Котласа. Экспедиция пройдёт при поддержке Фонда Героев. Команда готовится серьёзным образом: кроме тренировок плавания на байдарках, спланирован трёхдневный поход по реке Протве с посещением родины маршала Г. К. Жукова — деревни Стрелковки.

В конференц-зале музея была развёрнута стендовая экспозиция радиолюбительских дипломов, посвящённых Великой Отечественной войне, и дипломов мемориала "Победа" разных лет, подготовленная Союзом радиолюбителей Вооружённых сил. Собравшиеся высказывали предложение продолжить сбор этого тематического материала, в оригинальной форме раскрывающего содержание Великой Отечественной войны и вклад радиолюбителей в освещение славных страниц нашей отечественной истории.

В заключение встречи всем её участникам и членам команды RP70M были вручены специально изготовленные памятные знаки и вымпелы Фонда Героев, посвящённые 70-летию Победы.

Пройдёт немного времени и оргкомитет радиолюбительского мемориала "Победа-70" подведёт официальные итоги. Будут разосланы мемориальные дипломы и призы победителям. А в памяти многих радиолюбителей мира останется работа радиолюбительской станции RP70M из московского Музея Героев.

SK

Замолчала радиостанция **Владимира Поваляева (UA3WW)**, старого друга редакции журнала "Радио". Он не только был активен в эфире, но главное, активно поддерживал многие радиолюбительские мероприятия. Не без его участия радиоэкспедиция "Победа" трансформировалась когда-то в мемориал "Победа". С его "подачи", например, журнал начал проводить популярные соревнования "Память". И многое другое. Но особо надо выделить его работу по организации молодёжного радиолюбительства в стране и в родном Курске. Память о Владимире Валентиновиче будет жить не только в сердцах его друзей, но и в сердцах тех радиолюбителей, кто при его помощи нашёл дорогу в эфир.



Укороченная УКВ-антенна

В. МИЛКИН, Н. КАЛИТЁНКОВ, В. ЛЕБЕДЕВ, А. ШУЛЬЖЕНКО, г. Мурманск

Книга "Любительские антенны коротких и ультракоротких волн" З. Беньковского и Э. Липинского [1] у многих радиолюбителей является настольным справочником. В разделе дипольных УКВ-антенн её авторы выделяют три основные группы: укороченные антенны типа Уда-Яги, удлинённые антенны типа Уда-Яги и антенные системы, элементы которых выполнены из дипольных антенн.

Ссылаясь на практику, авторы придерживаются правила, что если требуются антенны с усилением 6...8 дБ, целесообразно использовать укороченные антенны, длина которых (l) меньше длины волны (λ). Такие антенны могут содержать от двух до пяти элементов. Правильно выполненные двухэлементные антенны имеют усиление 3...4 дБ, трёхэлементные — 4...6 дБ, пятиэлементные — 6...8 дБ.

На практике нередко максимальные результаты дают именно компромиссные разработки, какой и является тип директорных антенн "волновой канал" (уже упомянутые антенны Уда-Яги). Эти антенны не имеют специальных собирательных линий, а представляют собой набор элементов: активного и пассивных вибраторов — рефлектора и одного или нескольких директоров, которые установлены на одном общем основании, проходящем через точки нулевых потенциалов составных элементов. Антенны этого типа достаточно компактны и обеспечивают получение относительно большого коэффициента усиления и других приемлемых параметров при сравнительно небольших габаритах.

Описания большинства вариантов таких антенн с различным числом комбинаций элементов и их расположения опубликованы в литературе. Из всех типов антенн они оказались наиболее доступными для всестороннего внедрения на промышленном уровне и высокоэффективными "самоделками" у радиолюбителей.

В свою очередь, в качестве одиночных элементов применяется не только вибратор Герца, а также элементы российских изобретателей — диполь Надененко и шлейф-вибратор Пистолькорса или рамочные антенны и их интерпретации.

Авторы статьи предлагают вниманию радиолюбителей более эффективное, но пока должным образом не представленное нестандартное техническое решение антенного устройства с отступлением от практики использования однородных активных элементов. Компромиссными могут быть не только сложно синтезированные антенные системы из классических вибраторов, но и составляющие их вибраторы. Именно таким является предлагаемое устройство — треугольно-петлевая антенна (ТПА). Она предназначена для использования как в качестве самостоятельной антенны, так и в составе сложных антенных устройств. Она выполнена в виде комбинации петлевых разнородных вибраторов. При этом, в зависимости от диапазона используемых частот, антенна может быть как проволочной, так и жёсткой конструкцией или изготовлена на печатной плате. Предлагаемое техническое решение универсально и может применяться не только радиолюбителями, но и в устройствах профессиональной антенной техники для работы вплоть до сантиметрового диапазона как в радиосвязи, так и в широко распространяющихся офисных и бытовых беспроводных сетях и других радиосистемах, где требуются антенны, обладающие однонаправленным излучением.

Рис. 1

Отправным для сравнительных исследований по возможностям синтеза новой антенны может быть известный симметричный в виде двух параллельно расположенных линейных проводников, лежащих в одной плоскости и имеющих объединённые концы, — шлейф-вибратор Пистолькорса [2].

Параллельные проводники образуют симметричные полупетли — плечи вибратора относительно оси симметрии, проходящей через середины линейных проводников. Общая их длина соизмерима с длиной волны ($\lambda_{раб}$), а длина плеч — около её четверти ($0{,}25\lambda_{раб}$). Узлом питания шлейф-вибратора являются концы проводников в разрезе средней части одного из линейных проводников, а точка нулевого потенциала в середине второго проводника обеспечивает крепление устройства без применения изолятора. Шлейф-вибратор при всех положительных характеристиках имеет коэффициент усиления, равный единице, и изотропную диаграмму направленности в плоскости, перпендикулярной параллельным проводникам.

Известна трансформация петлевого вибратора в квадратную или другие формы рамок с периметром, равным длине волны ($\lambda_{раб}$), с более низким входным сопротивлением и с более высоким по сравнению с шлейф-вибратором коэффициентом усиления. Это подтверждается данными таблицы "Параметры рамок различной формы", где в случае круглой формы коэффициент усиления становится равным 3,49 дБ [3]. Рамочные антенны подобных конструкций, в отличие от шлейф-вибратора, обеспечивают двухстороннюю направленность осевого излучения, перпендикулярную плоскости рамки. Они имеют повышенный коэффициент усиления из-за большей апертуры — "области захвата" пространства конструкцией полотна антенны.

В то же время известны более сложные устройства антенн в комбинации из нескольких однородных рамочных активных вибраторов. Повышенной эффективностью обладают конструкции зигзагообразных антенн (Z-антенн) Харченко, например, из двух треугольных или ромбовидных рамок. Проводники плеч этих антенн имеют длину, соизмеримую с $0{,}25\lambda_{раб}$, а их суммарная длина соизмерима с $\lambda_{раб}$. При этом в случае обычных синфазных вибраторных решёток, у которых число пар точек питания равно числу вибраторов, входящих в решётку, возникают трудности в их согласовании с питающим фидером. Z-антенна имеет одну пару точек питания, к которой непосредственно подключается фидер [4]. В отличие от обычных классических вибраторных антенных решёток, особый пространственный разнос проводников полотна зигзагообразной антенны с питанием от одного объединённого узла питания, к которому непосредственно подключается фидер, образует своеобразную плоскую синфазную решётку и особенное возбуждение токов в её проводниках.

Свойственное зигзагообразной антенне возбуждение токов в проводниках обеспечивает работу антенны с одним выраженным видом поляризации и расширенную полосу рабочих частот. Увеличенная апертура плоскостной антенны обеспечивает больший коэффициент усиления с двухсторонней направленностью излучения по её оси, перпендикулярной плоскости рамок, а параллельное подключение

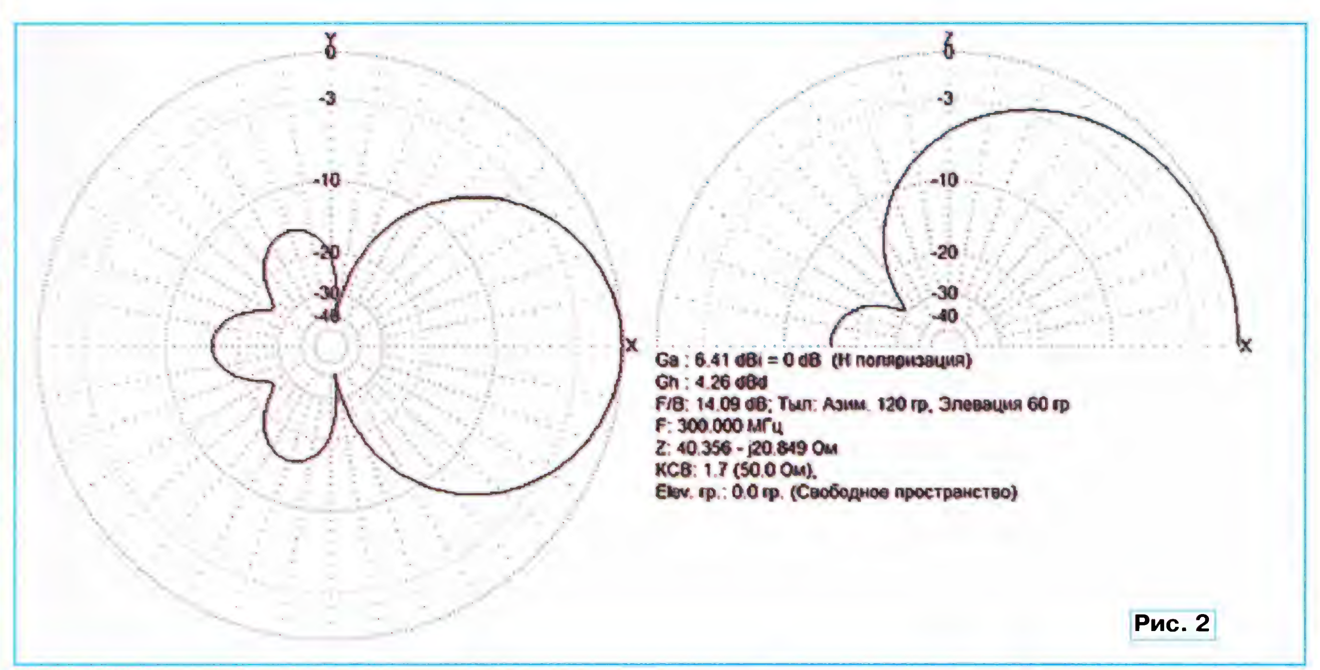


Рис. 2

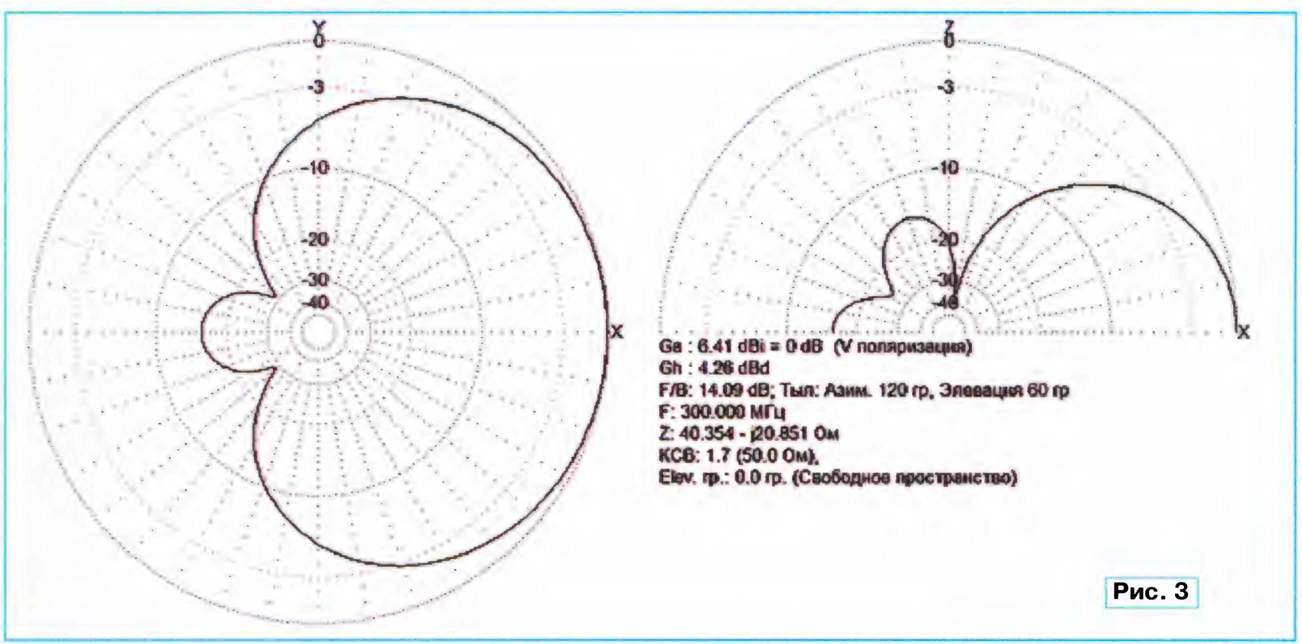


Рис. 3

вибраторов, периметр которых равен $\lambda_{раб}$, к узлу питания снижает входное сопротивление антенны до значений, соизмеримых с волновыми сопротивлениями используемых ВЧ коаксиальных кабелей питания.

Приведённая на **рис. 1** нестандартная комбинация петлевого и рамочного вибраторов обеспечивает реализацию новой треугольно-петлевой антенны, но уже одностороннего излучения. При этом и другие характеристики предлагаемого инновационного технического решения заслуживают особого внимания.

По сравнению с укороченными дипольными антеннами ТПА имеет меньшие размеры по продольной оси и повышенный коэффициент усиления.

Конструкция обеспечивает работу на излучение всех проводников антенного устройства. Первый петлевой вибратор со стороны направления приёма—передачи ТПА выполнен в форме равнобедренного треугольника с точками питания в вершине, с основанием длиной 0,4$\lambda_{раб}$ и с боковыми сторонами 0,3$\lambda_{раб}$каждая. Второй петлевой вибратор выполнен в форме шлейф-вибратора Пистолькорса с длиной линейных проводников, соизмеримой с $\lambda_{раб}$. Петлевые вибраторы размещены в одной плоскости, а подключение к узлу питания проводников боковых сторон треугольного вибратора произведено с их перекрещиванием, т. е. противофазно. Коаксиальный кабель питания при жёсткой конструкции, например, в трубчатом варианте проводников, прокладывают с вводом через точку нулевого потенциала, т. е. середину линейного неразрезанного проводника шлейф-вибратора Пистолькорса. В узле питания оплётку кабеля подключают в разрезе к концу одного проводника, а центральную жилу — к концу другого.

Антенна работает следующим образом. При подключении высокочастотного генератора (см. рис. 1) в точки питания "a" и "b" узла питания 7 по проводникам 2 и 3 петлевого вибратора 1, равно как и по проводникам 5 и 6 петлевого вибратора 4, потекут токи, обратно пропорциональные сопротивлениям цепей. В проводнике 2 потечёт увеличенный ток относительно проводников 5 и 6 из-за меньшего входного сопротивления рамочного вибратора 1, чем шлейф-вибратора 4, но излучение последнего будет увеличенным вследствие двух близко расположенных проводников 5 и 6. При этом из-за того, что в шлейф-вибраторе 4 проводники 5 и 6

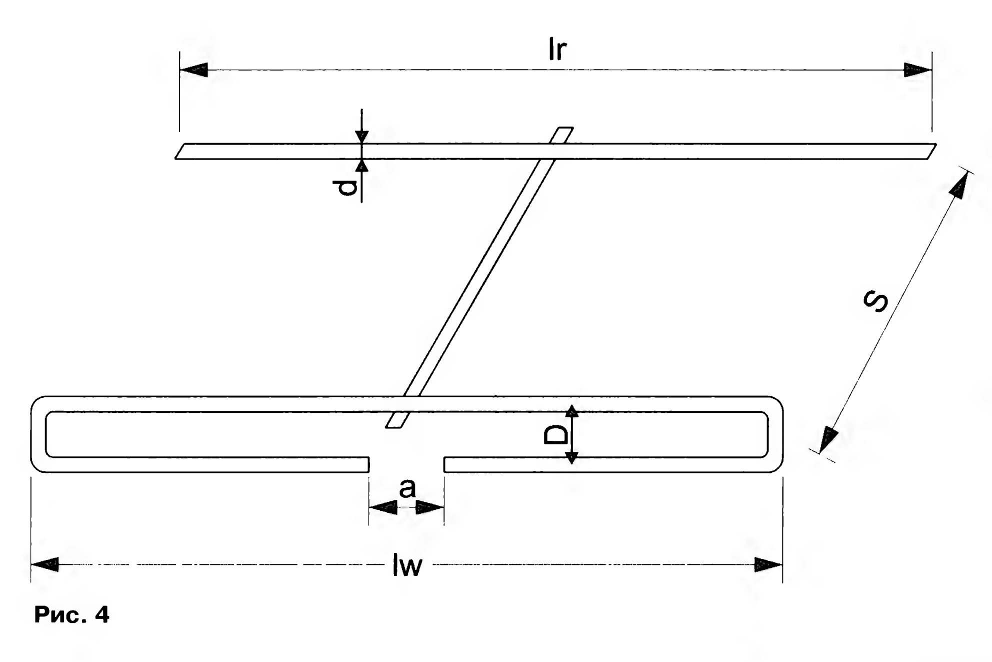


Рис. 4

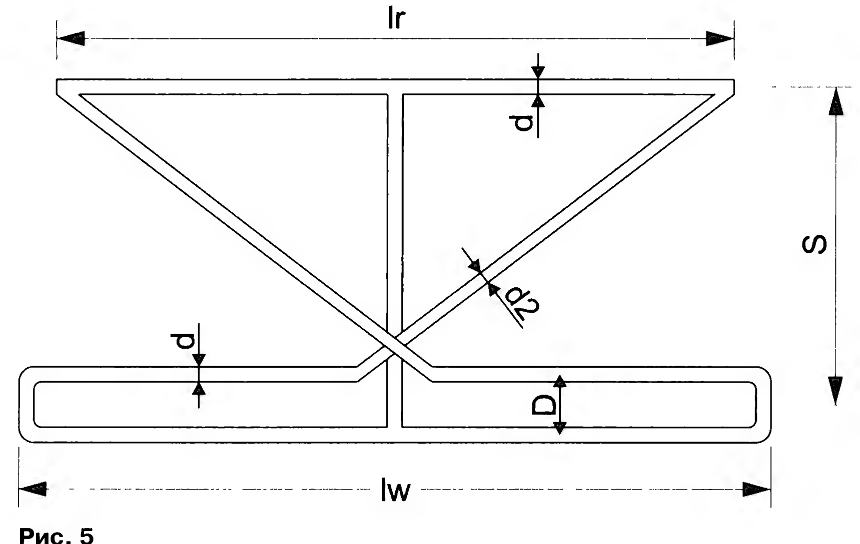


Рис. 5

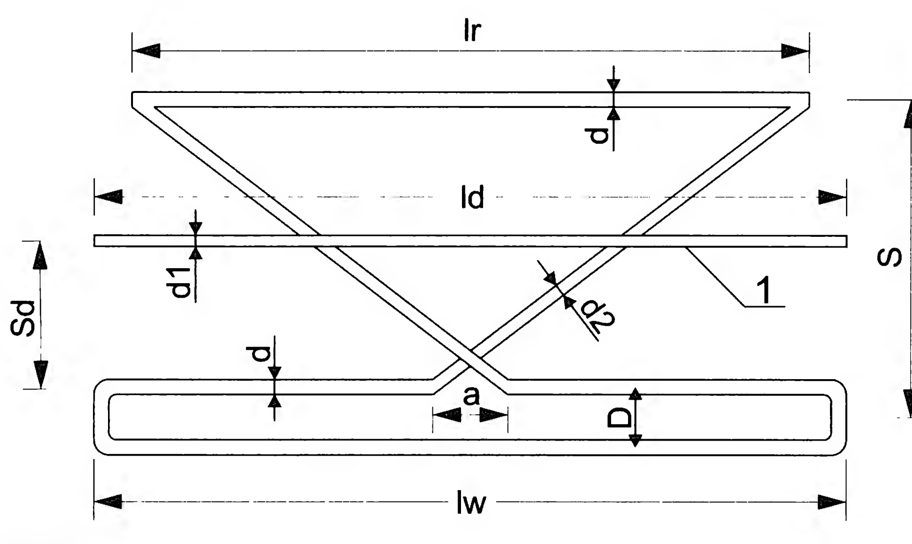


Рис. 6

расположены в непосредственной близости друг к другу, а в равнобедренном треугольнике 1 проводник 2 подключён между проводниками боковых перекрещенных сторон 3, то токи в проводниках 5 и 6 будут синфазными с разницей по фазе относительно проводника 2. Это обеспечивает при перекрёстном включении фазовое приближение к токам, подобно токам в рефлекторе и активном вибраторе или в активном вибраторе и первом директоре антенн Уда-Яги, но полностью за счёт токов проводимости, в отличие от наведённых, т. е. более слабых токов в пассивных вибраторах антенн Уда-Яги. С учётом того, что проводники шлейф-вибратора 5 и 6 разнесены в пространстве на расстояние, соизмеримое с $0{,}2\lambda_{раб}$, от проводника 2 на высоту равнобедренного треугольника и параллельны, то образованная пространственная система излучающих проводников антенной решётки создаёт направленное излучение электромагнитного поля по оси 8, перпендикулярной расположению этих проводников.

Дополнительно к этому, токи в проводниках 3, расположенных симметрично, но под углом к этой оси, также излучают в пространство электромагнитное поле, но с взаимной компенсацией встречных продольных составляющих и интегрирующихся в общее суммарное излучаемое электромагнитное поле односторонне направленных поперечных составляющих. Таким образом, в отличие от излучающих систем с соединительными линиями, в предложенном техническом решении все проводники 2, 3, 5 и 6 участвуют в излучении электромагнитного поля, обеспечивая суммарное повышение коэффициента направленного действия системы и эффективность её работы.

Работа предложенной антенны была промоделирована в программе MMANA (**рис. 2** и **рис. 3**) на частоте 300 МГц (длина волны — 1 метр) для простоты и наглядности при моделировании и последующем нормировании размеров. ТПА с длиной, соизмеримой с $0{,}2\lambda_{раб}$, обладает секторной направленностью с различной шириной диаграммы направленности в плоскости расположения проводников вибраторов и в плоскости, перпендикулярной ей, с увеличенным коэффициентом усиления. Отношение прямого излучения к обратному характеризует улучшенную пространственную избирательность, соответствующую шестиэлементным антеннам Уда-Яги с вдвое большей длиной траверсы. Точки нулевого потенциала обоих вибраторов могут быть соединены с заземлённой металлической несущей траверсой, обеспечивающей защиту от статического электричества и грозозащиту.

Тип антенны	Укороченная двухэлементная		Треугольно-петлевой вибратор		Треугольно-петлевой вибратор с директором	
F, МГц	145	432	145	432	145	432
lw, мм	931	310	936	314	936	314
lr, мм	1040	346	826	278	826	278
ld, мм	-	-	-	-	924	288
S, мм	**620**	**207**	**453**	**152**	**453**	**152**
Sd, мм	-	-	-	-	298	88
D, мм	40…50	10…59	92	31	92	31
a, мм	10…20	3…6	72	24	72	24
d, мм	6…10	3…6	15	10	15	10
d1, мм	-	-	-	-	1	2
d2, мм	-	-	3	2	3	2
Ky, dBi	**5,51**	**5,26**	**6,66**	**6,7**	**7,4**	**7,17**
КСВ	1,39	1,36	1,4	1,44	1,37	1,3

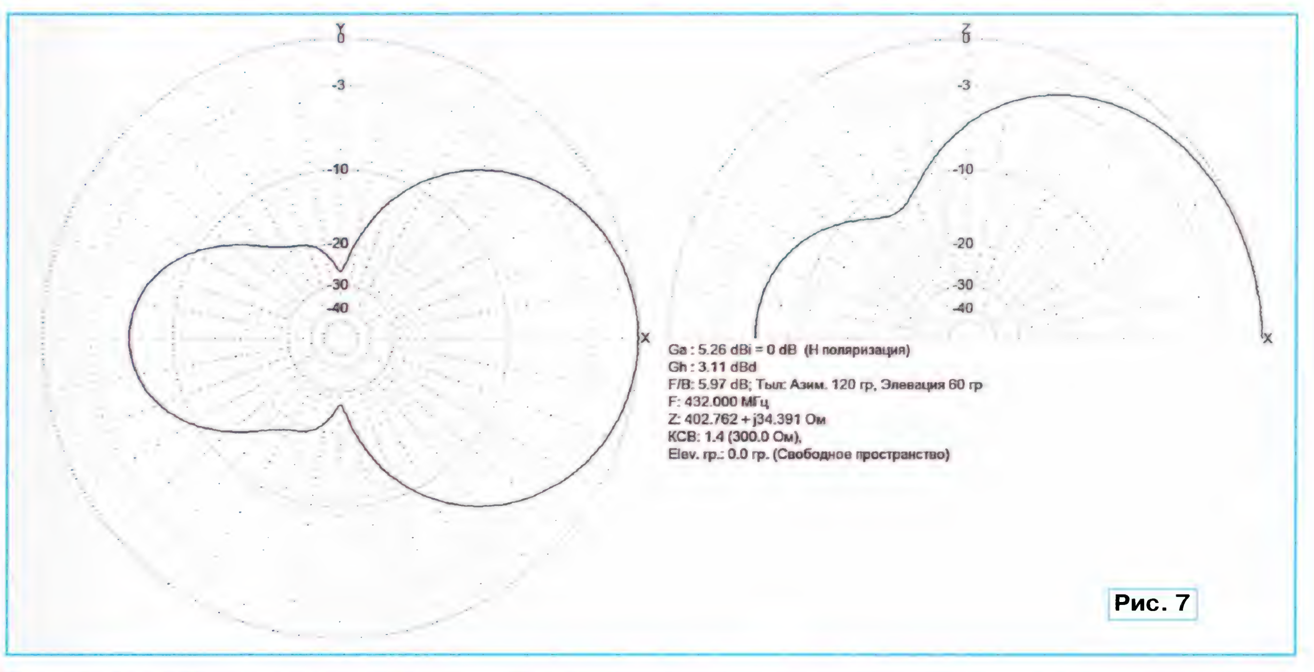


Рис. 7

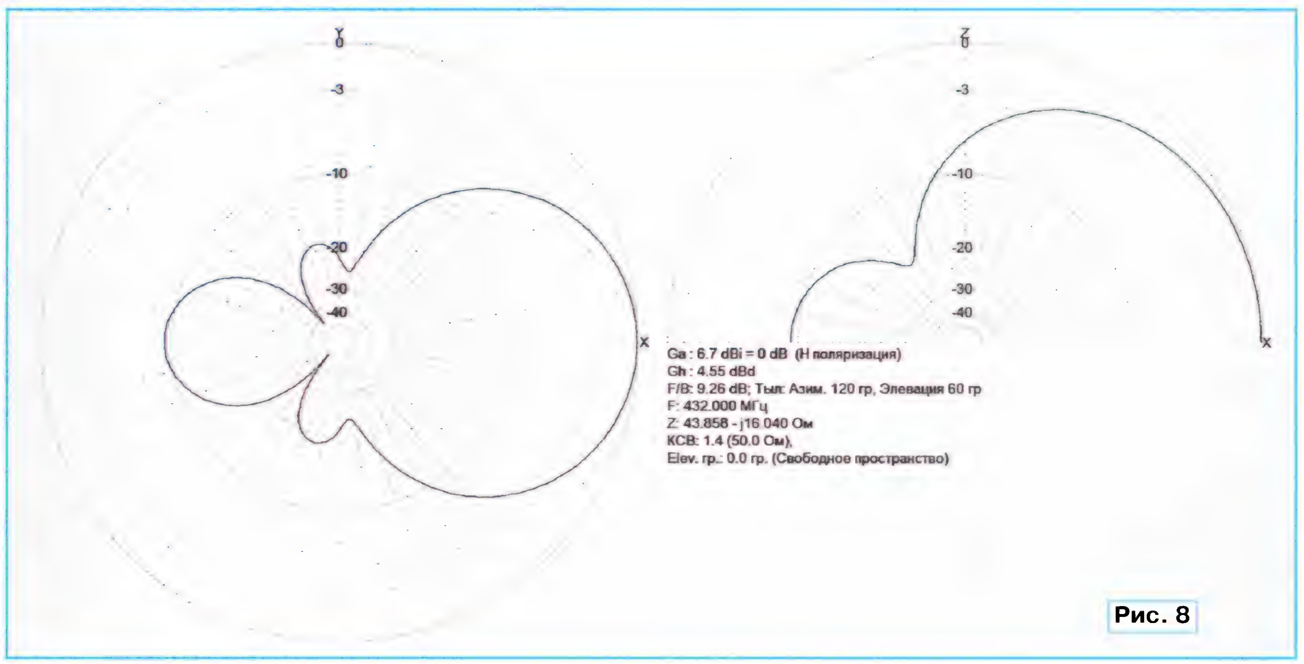


Рис. 8

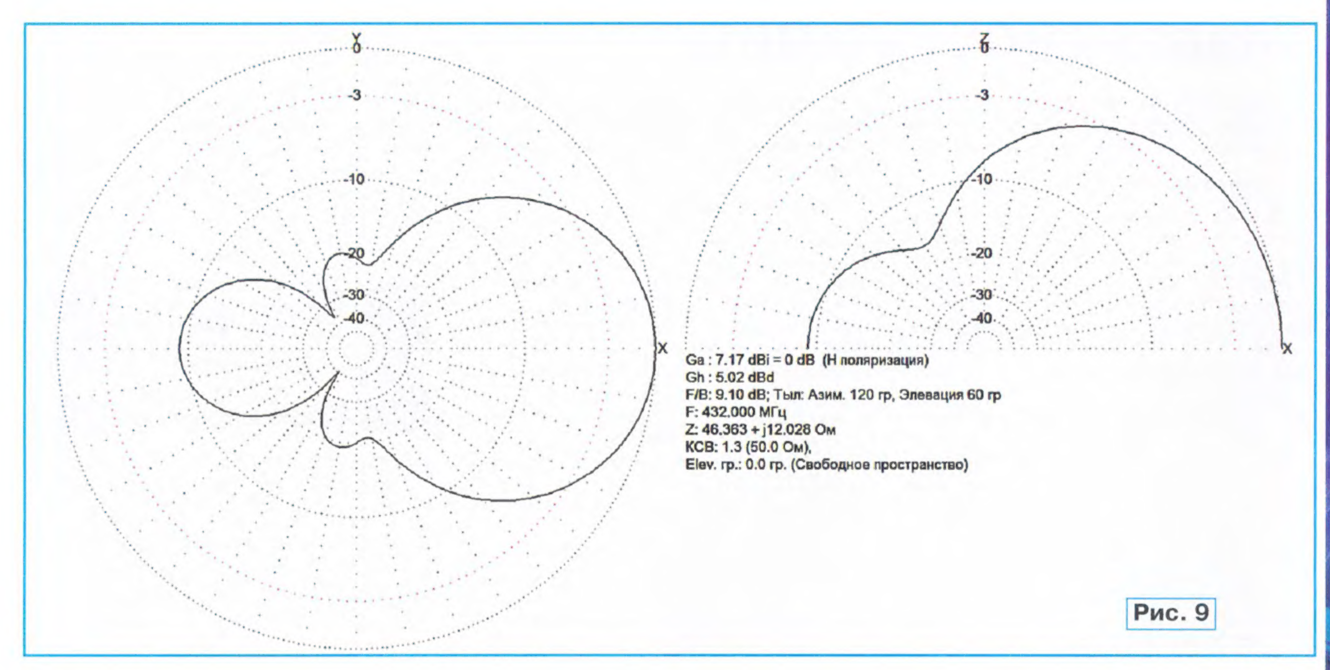


Рис. 9

Для использования антенн на радиолюбительских диапазонах 144 и 432 МГц будут наглядными визуальное сравнение конфигураций и соотношение размеров рассмотренной авторами книги [1] укороченной двухэлементной антенны (**рис. 4**) с версиями предложенной ТПА (**рис. 5**) и ТПА с внутренне установленным директором (**рис. 6**). Численные значения параметров этих антенн сведены в **таблице**, а графически, наиболее наглядно, электрические характеристики отображены в виде диаграмм направленностей (соответственно **рис. 7—9**).

Практическая реализация конструкции в виде самостоятельной антенны аналогична многократно описанной двухэлементной антенне "волновой канал", только с развёрнутым в плоскость размещения вибраторов шлейф-вибратором. Подключение питания осуществляется также известным способом, коаксиальным кабелем, через точку нулевого потенциала внутри шлейф-вибратора без использования согласующих и симметрирующих устройств.

Изготовление варианта антенны с директором также осуществляется подобно описанной. Дополнительный проводник размещают между петлевым и линейным вибраторами при строгом соблюдении его сечения, места установки и длины. В случаях использования других материалов предварительную проверку возможностей антенны необходимо смоделировать в программе MMANA.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беньковский З., Липинский Э.** Любительские антенны коротких и ультракоротких волн: Пер. с польск./Под ред. О. П. Фролова. — М.: Радио и связь, 1983. — 480 с., ил.

2. Антенны УКВ. Под. ред. Г. З. Айзенберга. В 2-х ч. Ч. 1. — М.: Связь, 1977, с. 169, рис. 13.5.

3. **Григоров И. Н.** Всё об антеннах. — М.: ДКМ Пресс, 2009, с. 66—69.

4. **Харченко К. П.** УКВ антенны. — М.: ИП РадиоСофт, 2009, с. 79—95, рис. 51, 63.

***От редакции**. Файлы для программы MMANA антенн, приведённых в таблице, размещены по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/07/maa.zip** на нашем сайте.*

Новости СРР

В этом году радиолюбители всего мира отмечают 90-летие Международного радиолюбительского союза — IARU. Он был образован 18 апреля 1925 г. на учредительной конференции, которая проходила в Париже. От Общества друзей радио РСФСР в его работе принимал участие заместитель председателя Совета ОДР И. А. Халепский, который в то время был Начальником военно-технического управления РККА и находился в Париже в служебной командировке.

В связи с юбилеем IARU радиолюбители многих стран работают в эфире специальными позывными, большинство которых в качестве суффикса используют название этой организации. Например, у нас работает радиостанция R90IARU.

Союз радиолюбителей России учредил памятный диплом "90 лет IARU". Чтобы получить этот диплом, нужно провести 30 связей с различными специальными станциями с суффиксом IARU (например, 3A90IARU, HF90IARU, PA90IARU и т. д.) или другими специальными станциями, работа которых посвящена 90-летию IARU. Засчитываются связи, проведённые с 1 января по 31 декабря этого года на



любых радиолюбительских диапазонах. Повторные связи разрешаются на разных диапазонах, а на одном диапазоне — другим видом излучения (CW, Phone, Digital). Диплом выдаётся на сайте **http://iaru90.hamlogs.net** в электронной форме автоматически. Наблюдателям нужно высылать заявку менеджеру диплома Алию Куйсокову (UA6YW). Его электронный адрес <**ua6yw@mail.ru**>.

Для связи с юбилейными радиостанциями выдаётся и памятная плакетка, которая также называется "90 лет IARU". Чтобы получить её, нужно иметь либо связи с юбилейными станциями 20 стран членов IARU, либо провести 90 QSO (повторные связи разрешаются на разных диапазонах, а на одном диапазоне другим видом излучения).

Так же, как и на диплом, засчитываются связи, проведённые с 1 января по 31 декабря этого года, установленные на любых радиолюбительских диапазонах любым видом излучения.

Плакетка выдаётся только за связи, подтверждённые на вебсайте. Стоимость плакетки, включая пересылку, для российских радиолюбителей — 1500 руб. Менеджер плакетки — Константин Вершков (RW3DD). Его электронный адрес <**rw3dd@mail.ru**>.

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ГАВРИЛОВ К. Автомобильный блок питания ноутбука без намоточных элементов. — Радио, 2013, № 4, с. 21.

Печатная плата блока питания.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме плавкой вставки FU1. Вставку устанавливают в держатель и включают в разрыв плюсового провода питания, идущего к прикуривателю. Резисторы — С2-33, МЛТ или импортные. Конденсаторы С1, С3, С4 — керамические К10-17Б или импортные. Электрический контакт коллектора транзистора VT1 с коллектором VT2 и коллектора VT3 с коллектором VT4 обеспечен за счёт крепления их корпусов винтами М3 к общим теплоотводам. После монтажа каждой пары необходимо омметром убедиться в наличии электрического контакта между коллекторами.

Обратите внимание, что с целью повышения надёжности блока питания при его эксплуатации в движущемся автомобиле подстроечный резистор R1 используют только в процессе налаживания, после чего в плату впаивают постоянный резистор ближайшего номинала.

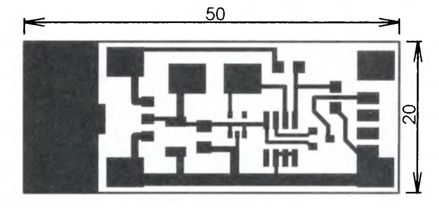
Разработки итальянских радиолюбителей. Автоматический переключатель источников питания. — Радио, 2013, № 2, с. 24, 25.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы и расположение элементов показаны на **рис. 2**. Все элементы — поверхностно монтируемые. Резисторы и керамический конденсатор С2 — типоразмеров 1206. Конденсатор С1 — танталовый типоразмера В. ОУ LMV358 (DA1) — в корпусе SOIC-8. Стабилизатор напряжения NCP1117ST50 (DA2) — в корпусе SOT-223, LP2985-33 (DA3) — SOT-23-5.

Для лучшего охлаждения стабилизатора DA2 его металлический фланец припаивают к печатной площадке, играющей роль теплоотвода.

ОУ LMV358 заменим, например, на MCP602-I/SN, AD8542AR. Транзистор FDN340P — любым полевым р-канальным транзистором с изолированным затвором в корпусе SOT-23, максимальным током стока не менее 1 А, пороговым напряжением не более 3 В и сопротивлением открытого канала не более 0,1 Ом, например, IRLML2244, IRLML2246, IRLML6401, IRLML6402. Разъём XS1 — розетка USB-A с креплением на плату. На плате выше и ниже контактных площадок под выводы 1—4 разъёма (рис. 2) предусмотрены две дополнительные контактные площадки для крепления корпуса розетки пайкой. Одна из площадок соединена с общим проводом. Возможно крепление розетки и вне платы, при этом выводы 1 и 4 соединяют с платой гибкими проводами в изоляции.



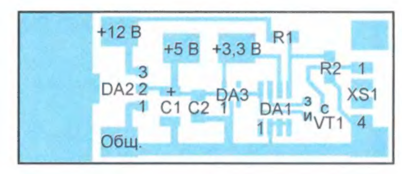
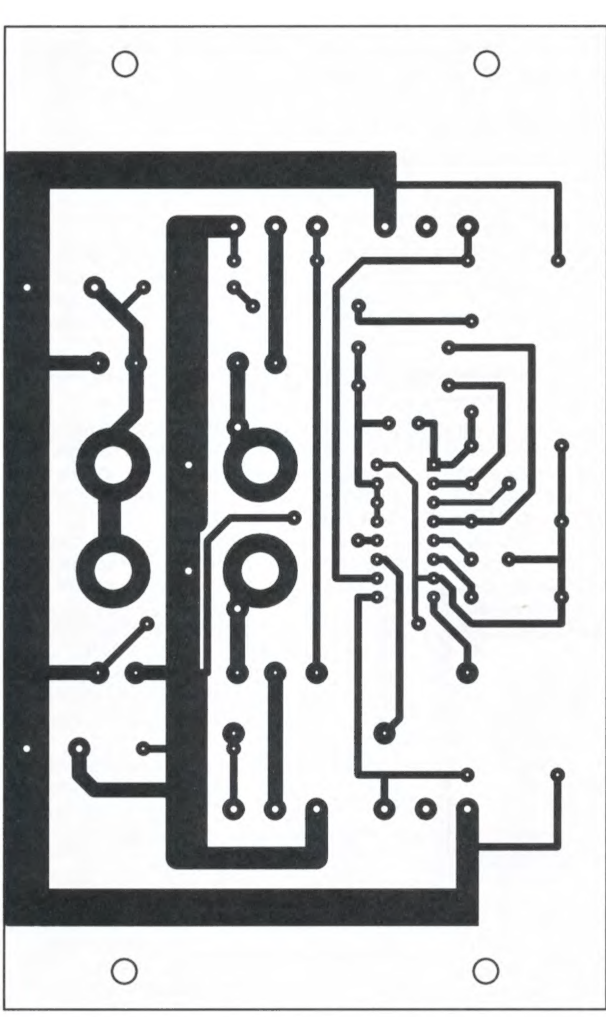


Рис. 2



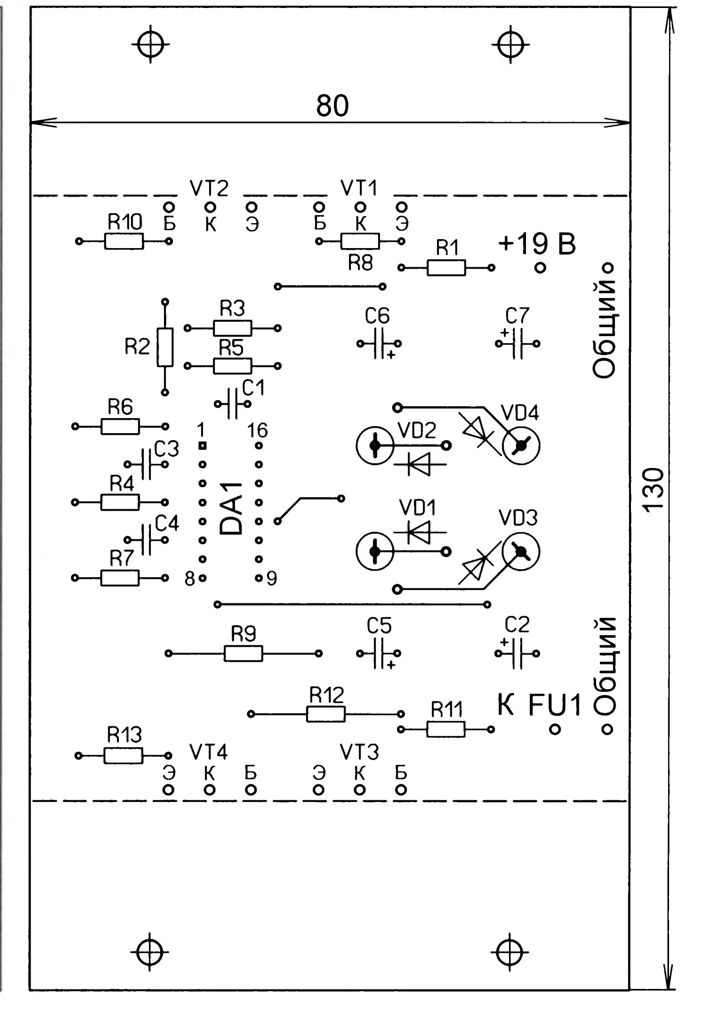


Рис. 1

Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. Часть 11

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия,
г. Гай Оренбургской обл.

(см. статью на с. 18)

Рис. 11.6

Рис. 11.9

Рис. 11.8

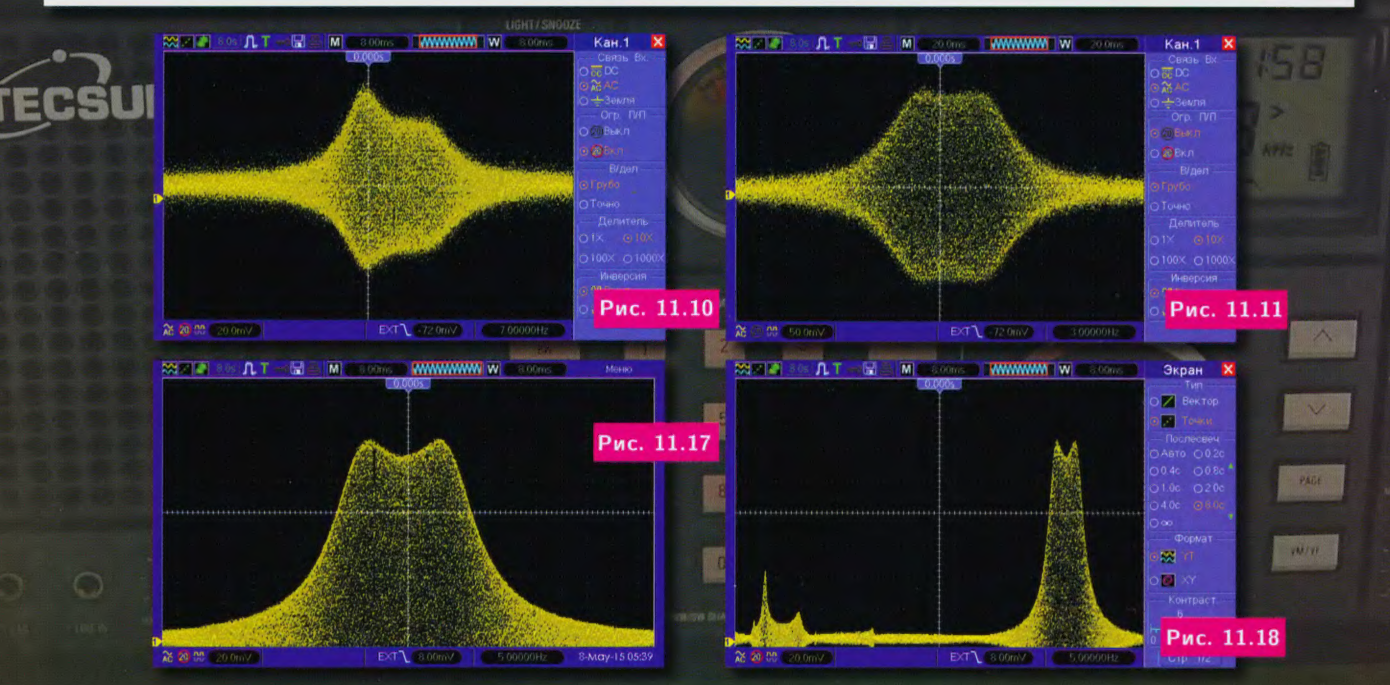


Рис. 11.10

Рис. 11.11

Рис. 11.17

Рис. 11.18



Цена одного номера ЭЛЕКТРОННОЙ копии журнала "Радио" с доставкой по электронной почте на 2015 год НЕ изменилась!

50 рублей

http://el.radio.ru/RadioMagazine-2011-07_1391080829.pdf



Загрузите бесплатно номер журнала "Радио" на свой планшет или ПК.

Электронная копия журнала “Радио” представляет собой копию бумажного журнала “Радио” в виде файла с расширением pdf до 20 мб. На персональных компьютерах журнал можно прочитать с помощью бесплатной программы Adobe Acrobat reader. При необходимости можно распечатать необходимые статьи на принтере. На планшетах с операционными системами IOS и Android для просмотра можно использовать встроенные программы просмотра pdf файлов.

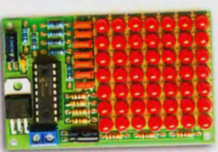
Период подписки 1 год. Стоимость подписки на 1 год 600 рублей (за 12 номеров). Подписаться можно с любого номера. Даже с № 12 2015 года. Тогда Вы будете получать журналы включительно по ноябрь 2016 года.

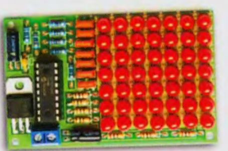
Услуга распространяется только на физических лиц. На страничке http://el.radio.ru Вы сможете подробнее узнать о подписке на электронную копию.



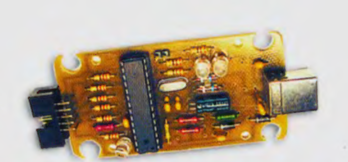
НАБОРЫ ЖУРНАЛА “РАДИО”

http://kits.radio.ru

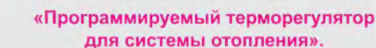




«Автомат световых эффектов на микроконтроллере».

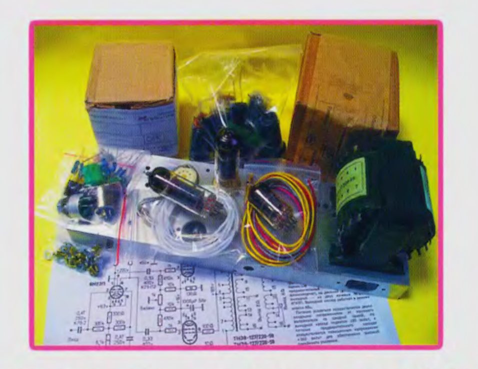


«USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910».

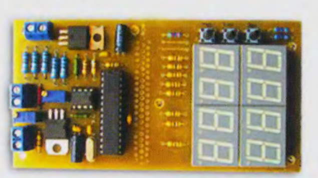


«Программируемый терморегулятор для системы отопления».

«Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676».



«Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П»,



«Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения».